

Mai 2014

# Les industries des ENR en Île-de-France

## 3. Les bioénergies



INSTITUT  
D'AMÉNAGEMENT  
ET D'URBANISME

ÎLE-DE-FRANCE





# Les industries des ENR en Île-de-France

## 3- Les bioénergies

Mai 2014

---

IAU Île-de-France  
15, rue Falguière - 75740 Paris Cedex 15  
Tél. : 33 (1) 77 49 77 49 - Fax : +33 77 49 76 02  
<http://www.iau-idf.fr>

Directeur général : Valérie Mancret-Taylor  
Département Économie et Développement local : Vincent Gollain, directeur  
Étude réalisée par : Thierry Petit  
Cartographie et infographie réalisée par : Pascale Guery  
Traitement des données enquête logement : Lucille Mettetal  
N° d'ordonnancement : 6.12.001  
Mise en page couverture : Vay Ollivier  
Crédits photos de couverture : Club Biogaz-ATEE, M. Naudin-Adam, IAU îdF © Günter Menzl - Fotolia.com.

# Remerciements

Je tiens particulièrement à remercier les personnes qui ont apporté des informations précieuses, accepté de répondre à mes questions et éventuellement participé à sa relecture :

- Mme **Sonia Benhahid**, chargée d'affaires, **Institut Carnot 3BCar** ;
- M. **Patrick Boisseau**, directeur technique du groupe **Tiru** (président de la commission Valorisation énergétique des déchets SER FBE) ;
- M. **Etienne Brière**, directeur de programme délégué environnement et énergies renouvelables **EDF R&D** ;
- M. **Cyril Brun**, chargé de mission énergie, **conseil régional d'Île-de-France**, unité aménagement durable, direction environnement, service air énergie bruit ;
- M. **Pierre de Montlivault**, directeur des nouvelles offres et directeur général de Bois Energie France chez **Dalkia** (président de la commission bois énergie SER FBE) ;
- Mme **Laure de Servigny**, responsable communication innovation, technologie, environnement, **PSA** ;
- M. **Stéphane Dupré-Latour**, chef du département énergies renouvelables et accès à l'énergie, direction de la stratégie **EDF** ;
- Mme **Sabrina Fuseliez**, chef du département bioénergies **SER FBE** ;
- M **Eric Hermant**, responsable carburants alternatifs, **Snecma** (groupe Safran) ;
- M. **Jack Legrand**, directeur de l'UMR/CNRS 6144, GEPEA (génie des procédés, environnement, agroalimentaire) **CNRS** ;
- Mme **Isabelle Lombaer Vallot**, research team leader alternative fuels & fuel systems, **EADS Innovation Works** ;
- Mme **Caroline Marchais**, déléguée générale **Club Biogaz – ATEE** ;
- M. **Patrice Pinard**, responsable organisation, méthodes et process, **Carrefour** ;
- M. **Pierre Porot**, directeur adjoint procédés, responsable programme biocarburants, **Ifpen** ;
- M. **Marc Rousset**, responsable Gt1 biomasse et bioénergie au sein du GRD énergie du **CNRS** ;
- M. **Mickael Sicard**, expert carburants, **Onera** (Defa) ;
- M. **Jean-Phillippe Steyer**, directeur de recherche, directeur du laboratoire LBE (laboratoire de biotechnologies de l'environnement), **Inra** ;
- Mme **Sabine Thomas**, Chargée de mission, **Association des Instituts Carnot** ;
- M. **Francis Valter**, Coordinateur projets biomasse, direction de l'innovation **Sofiproteol** (SER FBE biocarburants) ;

## Table des matières

<b>Synthèse</b>	<b>3</b>
<b>Introduction</b>	<b>4</b>
<b>Préambule</b>	<b>6</b>
<b>Le champ de l'étude</b>	<b>7</b>
<b><u>Première partie. Constats généraux et analyses transverses</u></b>	<b>8</b>
<b>1 - Définition / Présentation</b>	<b>9</b>
<b>2 - Du caractère renouvelable et durable de la ressource</b>	<b>11</b>
<b>3 - La contribution de la biomasse dans le mix énergétique européen et français</b>	<b>14</b>
3.1 - En Europe	14
3.2 - En France	15
3.3 - En Île-de-France	16
3.4 - Les ambitions de la France	18
3.5 - Les objectifs de l'Île-de-France	20
<b>4 - Les dispositifs de soutien en France et en Île-de-France</b>	<b>22</b>
4.1 - Au niveau national : priorité à la chaleur et à la génération électrique	22
4.2 - Une rentabilité fiscale variable selon les dispositifs de soutien	24
4.3 - Les dispositifs de soutien en Île-de-France	25
<b>5 - La R&amp;D en France sur la thématique de la biomasse énergie</b>	<b>26</b>
5.1 - Des effectifs de recherche publics concentrés en Île-de-France et en Rhône-Alpes	28
5.2 - Des spécialisations régionales marquées	29
<b>6 - La France des pôles de compétitivité, IEED et clusters de la biomasse énergie</b>	<b>32</b>
<b><u>Deuxième partie. La filière bioénergie en Île-de-France par segments de marché</u></b>	<b>40</b>
<b>Bref portrait statistique des acteurs identifiés</b>	<b>41</b>
<b>1 - La valorisation thermique de la biomasse</b>	<b>48</b>
1.1 - Le bois énergie	49
1.1.1 - La France, un des principaux producteurs de chaleur à partir de bois énergie en Europe	49
1.1.2 - Les gisements actuels identifiés, les gisements potentiels, les autres gisements	50
1.1.3 - Les technologies actuelles	53
1.1.4 - La recherche et les technologies futures	54
1.1.5 - Les principaux enjeux de la filière biomasse bois	54
1.1.6 - Les dispositifs de soutien au bois énergie	55
1.1.7 - Le marché des équipements de valorisation thermique du bois	59
1.1.8 - La chaîne de valeur de la filière bois énergie	64
1.1.9 - L'emploi dans la filière bois énergie	68
1.1.10 - Les acteurs des filières biomasse bois énergie présents en Île-de-France	70
1.2 - La filière valorisation thermique déchets ménagers	76
1.2.1 - Contexte européen et français	76
1.2.2 - Le gisement de déchets ménagers renouvelables en France	76
1.2.3 - Principe de fonctionnement d'une unité d'incinération des ordures ménagères	78
1.2.4 - La R&D en matière d'incinération des déchets	78
1.2.5 - Dispositifs de soutien en faveur de l'incinération des déchets	79
1.2.6 - Le marché des équipements d'incinération de déchets	79
1.2.7 - L'emploi dans la filière incinération des déchets ménagers renouvelables	81
1.2.8 - La chaîne de valeur de l'incinération des déchets et ses acteurs en France	82
1.2.9 - La chaîne de valeur industrielle de l'incinération en Île-de-France	87
1.3 - Les principaux acteurs de la recherche en Île-de-France chaleur biomasse	94
Synthèse et analyse AFOM de Île-de-France en matière de chaleur biomasse	97
<b>2 - La biomasse fermentescible valorisée en biogaz</b>	<b>101</b>
2.1 - Définition	101
2.2 - Les principaux enjeux liés aux installations de production de biogaz	102
2.3 - Technologies : l'enjeu du tri et de l'hétérogénéité des déchets	103
2.4 - La recherche sur les biogaz	105
2.5 - Le marché européen du biogaz : forte poussée de la méthanisation surtout en Allemagne	106

2.6 - Le marché du biogaz en France	107
2.7 - Les dispositifs de soutien au biogaz	108
2.7.1 - Une politique de soutien active pour le biogaz.	108
2.7.2 - Contexte réglementaire national	110
2.7.3 - En Île-de-France : un plan méthanisation ambitieux	111
2.8 - La chaîne de valeur du biogaz	113
2.9 - Les jeux d'acteurs	117
2.10 - L'emploi en France	118
2.11 - L'emploi en Île-de-France	120
2.12 - Disponibilité des ressources en Île-de-France	121
2.12.1 - Le potentiel de la sphère agricole et élevages	125
2.12.2 - Le potentiel de valorisation des biodéchets des activités	125
2.12.3 - La valorisation des ressources des ménages et collectivités	126
2.13 - En Île-de-France, une multiplicité de projets en cours	129
2.14 - Les acteurs franciliens du biogaz	132
2.14.1 - La chaîne de valeur du biogaz en Île-de-France	133
2.14.2 - Les principaux acteurs franciliens de la R&D	139
Synthèse-conclusion-AFOM	142
<b>3 - La biomasse valorisée en biocarburants</b>	<b>144</b>
3.1 - Définition	144
3.2 - La ressource au cœur du débat quant à sa disponibilité et sa durabilité	145
3.3 - Technologies	149
3.4 - Recherche : vers les secondes et troisièmes générations	150
3.5 - Les projets de pilotes et démonstrateurs de biocarburants de seconde génération	152
3.6 - Les projets en cours de pilotes de biocarburants avancés en France	153
3.7 - Des dispositifs de soutien de moins en moins favorables	157
3.8 - Le marché : l'Union européenne importatrice malgré un outil de production sous-utilisé	158
3.9 - La chaîne de valeur et les jeux d'acteurs	162
3.10 - L'emploi de la filière biocarburants en France	166
3.11 - La filière biocarburant francilienne	167
3.11.1 - Éléments statistiques sur la filière francilienne identifiée	167
3.11.2 - L'écosystème industriel	168
3.11.3 - Les principaux acteurs de la recherche francilienne	172
Synthèse-conclusion-AFOM	179
<b>4 - Perspectives d'emplois pour les filières bioénergies en Île-de-France</b>	<b>181</b>
<b><u>Troisième partie. Bonnes pratiques, propositions d'actions</u></b>	<b>183</b>
<b>1 - Exemples de bonnes pratiques</b>	<b>184</b>
<b>2 - Propositions d'action</b>	<b>189</b>
2.1 - Propositions transverses aux bioénergies	189
2.2 - Propositions spécifiques à l'incinération de déchets	191
2.3 - Propositions spécifiques au biogaz et à la méthanisation	191
2.4 - Propositions spécifiques aux biocarburants	193
<b><u>Quatrième partie. Annexes</u></b>	<b>193</b>
<b>Annexe I. Méthodologie d'identification des acteurs de la filière francilienne</b>	<b>194</b>
<b>Annexe II. Méthodologie d'estimation des effectifs</b>	<b>195</b>
<b>Annexe III. Bibliographie</b>	<b>199</b>
<b>Annexe IV. Sélection de sites internet</b>	<b>201</b>
<b>Annexe V. Cartes au format A3</b>	<b>202</b>

## Synthèse

Cette étude analyse la présence des acteurs industriels liés aux bioénergies en Ile-de-France, selon une lecture par trois grandes familles qui structurent le document : Chaleur biomasse dont combustion bois et incinération des déchets, production de biogaz et production de biocarburants.

Au total 260 établissements franciliens employant 25 000 salariés sont impliqués sur ces marchés. Les bioénergies sont cependant rarement l'activité principale pour ces établissements, il s'agit plutôt d'une activité marginale en forte croissance. Le développement des bioénergies participe ainsi à la transition écologique. De fait, il permet principalement de consolider et pérenniser des emplois existants dans d'autres secteurs d'activités non verts et plus transversaux comme la chimie, les activités de métallurgie, la chaudronnerie, la fabrication de pompes, les systèmes de commande et de contrôle, la fabrication de générateurs, ou encore les activités d'ingénierie et de conception.

Ainsi, l'étude évalue **les effectifs réellement impliqués dans les bioénergies à 3 000 emplois en Ile-de-France, hors exploitation (estimation haute)**, avec un potentiel de croissance d'ici 2020 de l'ordre de 1 000 emplois supplémentaire (estimation haute). Si ces effectifs paraissent relativement peu élevés au regard d'autres filières, ils ont l'avantage d'offrir une large palette de compétence, d'être fortement ancrés localement, notamment en lien avec la mobilisation de la ressource et sa valorisation.

L'Ile-de-France est peu visible au niveau national sur cette thématique, malgré la présence d'acteurs de premier plan et un potentiel de recherche qui la classe seconde derrière la région Rhône-Alpes. Ses points forts dans ce dernier domaine résident dans les biotechnologies, la méthanisation, les technologies de l'incinération, les procédés thermochimiques utilisés dans la production de biocarburants, ainsi que la validation et l'homologation des biocarburants pour l'aéronautique et l'automobile.

Ces savoir-faire dans le traitement et les différentes voies de valorisation des déchets avec de grands acteurs mondiaux, adossé à un gisement considérable, constituent un atout et une voie de différenciation potentielle pour développer une filière régionale dans les bioénergies.

Le principal intérêt du développement des bioénergies en Ile-de-France réside cependant dans les solutions qu'il offre pour un traitement optimisé des déchets, tout en contribuant à une moins grande dépendance énergétique. Les bioénergies permettent aussi aux territoires ruraux et périurbains de s'engager dans des projets de territoires au sujet de la gestion de leurs ressources et de leur utilisation optimale, tout en réinterrogeant et renforçant leur interaction avec la zone dense. A ce titre, les bioénergies constituent aussi un enjeu croissant pour l'aménagement de la région. Que ce soit pour la filière celui de la pérennisation, de la mobilisation et du règlement des conflits d'usages de la ressource (bois notamment), ou pour celui de la localisation optimale des grands équipements produisant de l'énergie à partir de biomasse.

Rédaction de l'étude achevée en mai 2014

# Introduction

Dans un contexte de confrontation à la plus grave crise environnementale prévisible de son histoire et dans lequel les enjeux énergétiques seront un des sujets majeurs de friction internationale, du fait de la raréfaction attendue des ressources fossiles sur lesquelles s'est construit notre développement depuis plus de deux siècles, la nécessité de mettre en œuvre des technologies énergétiques nouvelles et propres est devenue impérieuse. Dans un souci de développement durable, la mise en œuvre de solutions renouvelables en complément des autres solutions existantes n'est plus à prouver. De plus, à l'urgence climatique qui impose des changements en profondeur de notre mode de développement, s'ajoute un contexte plus conjoncturel d'après-crise face auquel le potentiel économique et de gisement d'emplois que représentent les ENR n'est pas à négliger. C'est ce qu'ont bien saisi à la fois les entreprises qui y voient un relais de croissance et les pouvoirs publics qui souhaitent voir dans le développement de ces énergies une des clés de la sortie de crise et de la future croissance.

En 1997 avec le protocole de Kyoto, le monde prenait enfin officiellement conscience de cette nécessité. Cette conscience s'est à présent étendue à la majorité des pays du monde qui développent à leur niveau des politiques spécifiques visant à réduire leur contribution à l'effet de serre et aussi tenter de bénéficier de la manne économique que ce vaste marché représente dans ce qui sera vraisemblablement analysé plus tard comme la troisième révolution énergétique après le charbon et le pétrole.

La France n'échappe pas à ce mouvement et s'est donnée des moyens pour parvenir à cet objectif, aussi bien au niveau national qu'au niveau local, à l'image de l'Île-de-France qui a lancé une série d'actions et de plans spécifiquement destinés au développement des ENR avec pour point d'orgue le vote de son schéma régional climat air énergie (SRCAE).

C'est dans ce contexte que se place cette étude dont l'ambition est de permettre à l'Île-de-France de bénéficier plus fortement des retombées économiques de son engagement en faveur du développement des ENR. Notre objectif est d'analyser la possibilité pour l'Île-de-France de développer et renforcer une ou plusieurs filières régionales incluant la composante industrielle sur cette thématique des énergies nouvelles et renouvelables soutenues par le SRCAE.

Nous avons pris le parti de nous focaliser sur la partie amont de la filière à savoir la recherche et développement, et la production de tout ou partie des équipements servant à générer de l'énergie à partir de ressources renouvelables. Cette partie de la filière, qui est la plus concurrentielle, est la plus à même de permettre de fournir un relais de croissance pour des territoires à vocation industrielle, de contribuer à renforcer l'excellence technologique de l'Île-de-France, d'offrir des emplois de tous niveaux, notamment à destination de la population ouvrière, et de contribuer à la diversité économique francilienne. Ceci permettra enfin de renforcer la place de l'industrie dans notre région en misant sur les synergies importantes existant ou pouvant exister avec d'autres industries localement très présentes.

Ce parti pris répond notamment aux attentes du schéma régional de développement économique mis en place en 2005 et réaffirmé dans la stratégie régionale de développement économique et de l'innovation (SRDEI), sur la nécessité du maintien d'une économie régionale diversifiée qui entretienne en les faisant évoluer ses capacités industrielles.

Pour atteindre notre objectif nous nous proposons d'identifier les potentiels régionaux existants en matière d'énergies renouvelables. Il s'agira pour chacune des grandes familles d'énergies nouvelles et renouvelables (ENR) d'identifier les acteurs présents en Île-de-France tant dans le domaine industriel que de la recherche, d'identifier les potentialités de l'Île-de-France au regard des technologies émergentes et du marché et d'en dégager les points forts et les points faibles de la région.

Les grandes familles des ENR sont :

- le solaire : thermique et photovoltaïque ;
- l'éolien : grand éolien, petit éolien, off-shore ;
- la biomasse : solide (bois, paille, déchets), liquide (biocarburants), gaz (biogaz) ;
- les énergies de la terre : géothermie de basse température et pompes à chaleur ;
- l'hydraulique : hydroélectricité, marées, houle ;
- les nouvelles énergies : l'hydrogène et les piles à combustible.

À ces 6 familles il faut ajouter les technologies transversales intéressant l'ensemble de ces familles d'énergie :

- l'accumulation d'énergie ;
- la gestion de réseaux décentralisés et virtuels ou *smart grids* (réseaux intelligents).

Inauguré en 2010 un cycle d'études thématiques portant sur certaines familles d'ENR cherche à identifier les potentiels de notre région, à mettre en lumière les freins existants au développement de ces industries en Île-de-France et de proposer des actions à mener pour les développer, en s'appuyant sur les informations recueillies lors d'auditions des principaux acteurs de la filière et en s'inspirant d'actions menées par d'autres territoires européens.

Un premier volet de l'étude paru en juin 2010 portait sur l'industrie solaire photovoltaïque, un deuxième paru en mai 2011 a porté sur l'éolien, la présente étude constitue le troisième volet et porte sur les industries de la biomasse énergie ou bioénergies.

Après avoir précisé le champ de l'étude, une **première partie** portant sur les constats et éléments communs à l'ensemble de la filière biomasse énergie proposera une définition et une présentation des industries de la biomasse, de leur contribution au mix énergétique, de leur potentiel d'évolution ainsi que des ambitions du Grenelle de l'environnement. Un focus spécifique sera fait sur le plan biomasse national et le SRCAE régional.

Une **deuxième partie** proposera une vision plus détaillée de chaque marché des bioénergies sous l'angle de leur utilisation primaire au sein d'autant de parties de structure similaire :

- chaleur : combustion bois puis incinération déchets ;
- récupération du biogaz et méthanisation ;
- biocarburants.

Une présentation statistique de la filière francilienne sera proposée au vu des résultats du recensement opéré par l'IAU Île-de-France.

Chacune de ces parties fera un rappel des technologies à l'œuvre et des enjeux de R&D, ainsi qu'un rapide bilan avantage/inconvénient lié à la ressource et à son utilisation.

Le marché sera à chaque fois explicité au niveau européen, national, voire francilien. Les éléments concernant les dispositifs de soutien mis en œuvre au niveau national et régional seront exposés.

Une évaluation de l'emploi actuel au niveau français sera proposée à travers la mobilisation de travaux existants avec une extrapolation régionale lorsque cela est possible.

Les acteurs de la filière actifs en France seront identifiés ainsi que leurs stratégies au sein de la filière.

Chaque partie se focalisera ensuite sur l'Île-de-France. Il s'agira d'expliciter le potentiel francilien au vu des acteurs industriels et de recherche présents, de souligner l'existence d'acteurs remarquables, le tout faisant l'objet de cartographies à la commune. Une synthèse et une analyse AFOM (atouts-faiblesses/forces-menaces) viendront conclure chaque chapitre dédié à une bioénergie.

Une **troisième et dernière partie** présentera des éléments de bonnes pratiques d'actions publiques visant à encourager le marché et les filières industrielles, permettra d'alimenter notre réflexion sur les moyens de développer une filière bioénergie à composante industrielle en Île-de-France. Le dernier chapitre proposera quelques recommandations et pistes d'actions qui pourraient favoriser le développement d'une filière bioénergie à composante industrielle au sein de la région Île-de-France.

## Préambule

La biomasse est le principal vecteur censé permettre d'atteindre le mix énergétique que s'est fixé la France à l'horizon 2020, avec 85 % de l'objectif de production de chaleur renouvelable et 10 % de la production d'électricité renouvelable. Elle bénéficie d'un capital de sympathie fort aux yeux du public et est un segment qui a globalement bénéficié des conditions de soutien public les plus stables dans le temps comparé aux autres ENR comme le photovoltaïque ou l'éolien.

La biomasse énergie est le marché qui emploie les plus gros effectifs parmi les ENR en France (de 30 000 emplois directs en 2011 selon l'Ademe<sup>1</sup> à 100 000 emplois si l'on cumule les effectifs avancés par les différentes fédérations de bioénergies et qui intègrent aussi la gestion de la ressource), encore faut-il remarquer que l'essentiel de ces emplois ne sont pas spécifiques aux ENR et ne concernent pas la partie industrielle contrairement à d'autres industries liées aux ENR. En effet, comme l'énergie éolienne ou solaire elle s'appuie sur une ressource locale. Cependant cette ressource nécessite une mobilisation active avant sa valorisation énergétique, ce qui représente un coût pour l'exploitant mais est aussi une phase intensive en emplois locaux.

Par ailleurs, du fait de sa nature, les modes de valorisation de cette ressource sont majoritairement statiques sous la forme de chaleur qui se trouve aussi être la technologie ayant le plus fort rendement en termes de conversion. Pour cette raison, la biomasse énergie a pour particularité de représenter un enjeu local fort, car porteuse de projets de territoires soit en amont dans la phase de mobilisation de la ressource, soit vers l'aval dans sa valorisation locale. Elle est une des principales voies permettant à des territoires d'aller vers l'autonomie énergétique.

La biomasse énergie a aussi pour intérêt de valoriser des matières jusqu'ici non valorisées voire considérées comme des déchets. Elle constitue à ce titre un moyen de réduire la consommation de matières (l'empreinte écologique) dans le cadre de nos activités, en mettant en œuvre le principe de l'économie circulaire dans laquelle les déchets des uns sont les ressources des autres.

Elle est enfin une source de revenu ou d'économie, notamment pour les producteurs et gestionnaires de cette ressource, en premier lieu les acteurs de l'agriculture<sup>2</sup>, des IAA, les industriels liés au bois, papier et carton ou encore les services liés à l'assainissement des eaux et de gestion des déchets qu'ils soient domestiques ou industriels. La valorisation énergétique de la biomasse est aussi un facteur de pérennisation d'activités que leur moindre rentabilité rend plus vulnérables soit à une concurrence extérieure, soit à des pressions non liées à leur activité comme notamment la pression foncière particulièrement forte en Île-de-France.

À ce titre la biomasse énergie a aussi un impact sur l'aménagement.

---

<sup>1</sup> « *Marchés, emplois et enjeu énergétique des activités liées à l'amélioration de l'efficacité énergétique et aux énergies renouvelables : situation 2010-2011 et prévisions 2012* », Ademe, juillet 2012.

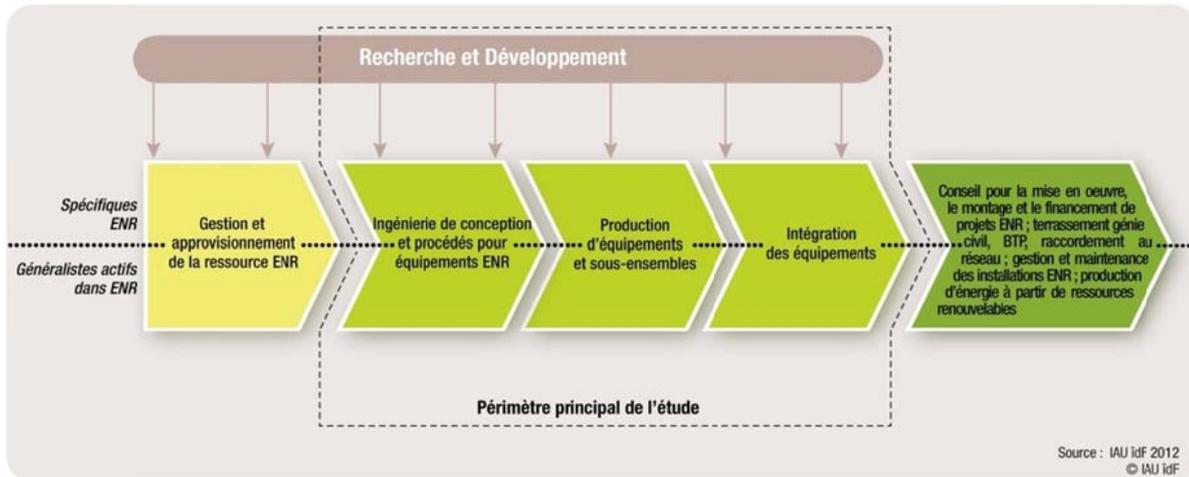
<sup>2</sup> 4 % des agriculteurs franciliens produisent déjà des ENR : sce DRIAAF IDF, « *premiers résultats du recensement agricole 2010* »

# Le champ de l'étude

Comme nous l'avons indiqué en introduction, notre champ d'analyse couvre l'ensemble des activités de la filière ayant un lien avec la production manufacturière de tout ou partie d'équipements utilisant la biomasse comme ressource première.

Compte tenu de la technologie actuelle et de la structuration de la filière<sup>3</sup>, le cœur de notre analyse porte sur les composantes de la filière comprenant les activités d'ingénierie industrielle, les activités de conception et de fourniture des différents équipements, ensembles et sous-ensembles (métallurgie, chaudronnerie, électronique...) et leur intégration.

**Fig. 1 - La chaîne de valeur biomasse énergie**



Enfin bien que nous les ayons recensés dans notre évaluation de la filière francilienne (voir dans le chapitre II, bref portrait statistique de la filière), nous avons volontairement laissé de côté l'analyse approfondie de l'amont de la filière (ici en jaune) ainsi que de l'aval (ici en vert foncé) qui comprend l'installation et l'intégration au réseau de ces équipements ainsi que la maintenance et le monitoring et qui constitue aussi un gisement d'emplois non négligeable d'autant qu'ils seront pérennes tout au long de la durée d'exploitation des équipements soit de 20 à 30 ans.

Cette filière n'est pas monolithique et est composée de 4 grands marchés que nous avons regroupés au sein de 3 familles selon l'énergie primaire fournie par la ressource biomasse :

- la biomasse valorisée par voie thermique : combustion biomasse, incinération des déchets ménagers ;
- le biogaz ;
- les biocarburants.

Ces 3 familles seront analysées plus en détail en seconde partie de l'étude.

<sup>3</sup> L'analyse de la chaîne de valeur sera détaillée au sein de chaque partie.

# **Première partie. Constats généraux et analyses transverses**

# 1 - Définition / Présentation

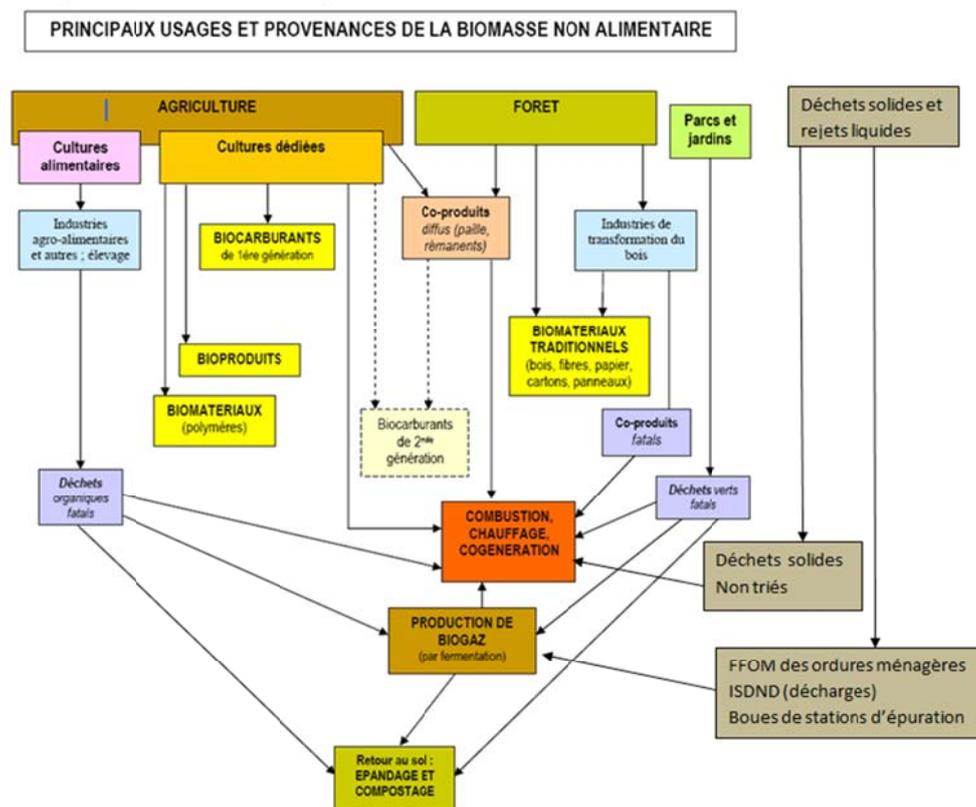
La **biomasse** se définit comme « la fraction biodégradable des produits, déchets et résidus provenant de l'agriculture, y compris les substances végétales et animales issues de la terre et de la mer, de la sylviculture et des industries connexes, ainsi que la fraction biodégradable des déchets industriels et ménagers » (article L211-2 du code de l'énergie).

Le terme **biomasse** est donc un terme générique englobant toutes les matières ou déchets organiques d'origine végétale ou animale. Ils sont de nature et de consistance très variées tels que :

- bois, résidus de la transformation du bois, farines animales, paille, papier, carton... (secs = moins de 20 % d'humidité) ;
- déchets forestiers, déchets verts, résidus d'industries agroalimentaires, marcs de raisin, fraction fermentescible des déchets ménagers... (humides = plus ou moins 50 % d'humidité) ;
- cultures énergétiques ;
- liqueurs noires de papeteries, lies, lisiers, boues de stations d'épuration... (plus ou moins liquides).

La biomasse est la plus polyvalente des ressources renouvelables utilisables puisqu'elle permet d'obtenir de nombreux produits :

**Fig. 2 - Principaux usages et provenances de la biomasse non alimentaire**



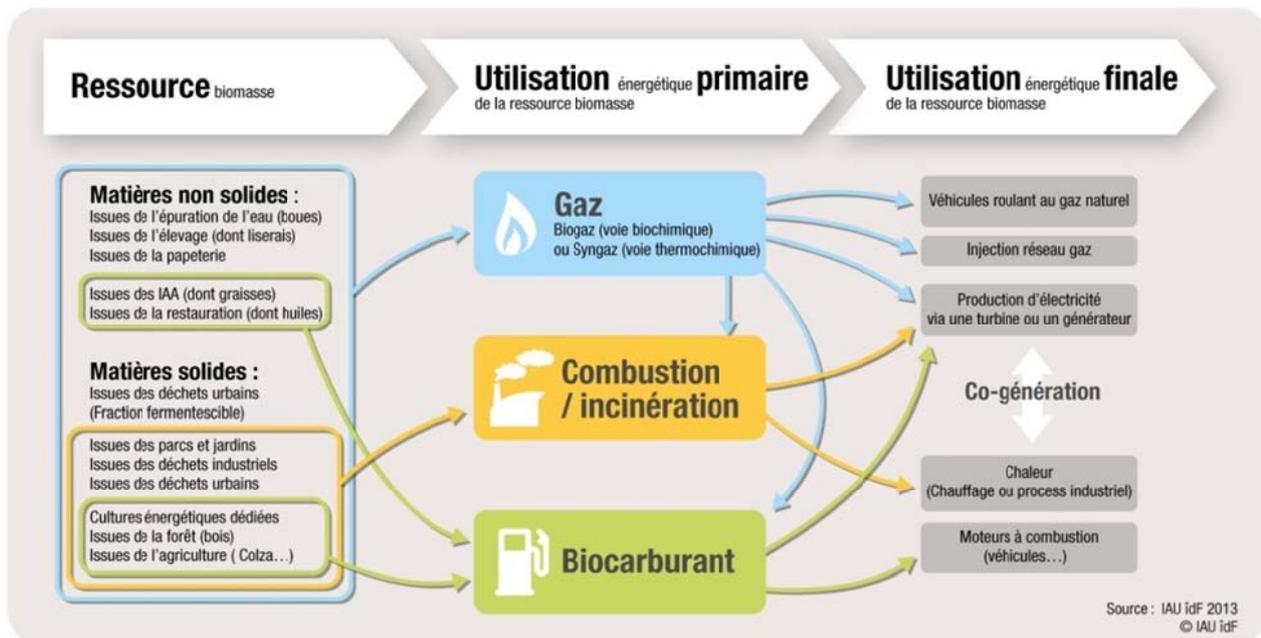
Source : inspiré de l'Ademe : « La valorisation de la biomasse : guide d'information à l'usage des administrations et des établissements publics », mars 2007, modifié par IAU îdF.

Cela est aussi vrai pour l'usage énergétique que l'on peut en faire :

- de la chaleur par combustion directe utilisable pour le chauffage (c'est le plus ancien usage humain) ;
- du biogaz ou du gaz synthétique (Syngaz), lui-même utilisé directement en chauffage, brûlé pour produire de l'électricité, injecté au réseau après traitement, utilisé en carburant gazeux (GNV) ;
- des biocarburants liquides pour les véhicules ou encore pour alimenter des générateurs produisant de l'électricité ;
- de la production électrique comme produit fatal de la combustion, ou en cogénération avec de la chaleur lors de la combustion.

Cette multiplicité d'usages est résumée dans le schéma suivant.

Fig. 3. Les valorisations énergétiques possibles de la ressource biomasse



Source : IAU îdF. NB la couleur des cartouches centrales renvoie à la couleur des onglets de chaque partie de l'étude

On perçoit, à la lecture de ce schéma, la complexité de cette famille d'énergie renouvelable qui porte à la fois sur la multiplicité des ressources en entrant, des usages finaux possibles et donc des technologies en jeu et des types d'acteurs économiques impliqués.

Les technologies mises en œuvre, pour produire le biogaz ou les biocarburants sont chimiques (hydrolyse et liquéfaction), biochimiques (méthanisation, photosynthèse) ou thermochimiques (pyrolyse, gazéification et combustion). Les équipements à l'œuvre sont des bioraffineries ou des méthaniseurs dans lesquels la chaudronnerie occupe une part importante. En ce qui concerne la combustion, la technologie des fours et incinérateurs est au cœur de la filière avec aussi celle du traitement des fumées.

Nous structurerons notre propos en nous appuyant sur les technologies mises en œuvre pour l'utilisation énergétique primaire sachant que cela constitue une des principales clés d'entrée des fournisseurs d'équipements de matériel destinés à générer de l'énergie à partir de ressources biomasse. Par ailleurs, la valorisation primaire de la ressource (combustion, incinération, méthanisation, transformation de la biomasse en biocarburants) fait appel à des équipements spécifiques aux ENR, tandis que la valorisation secondaire fait appel à des équipements non spécifiques : turbines à gaz, turbines à vapeur, générateurs utilisant des carburants.

Il est à noter que pour la plupart des acteurs industriels, la biomasse énergie ne constitue pas (et de loin) le principal marché et que les équipements sont peu spécifiques à la filière biomasse. Ainsi, selon le ministère du Développement durable « Les technologies utilisées pour la production d'énergie à partir de biomasse découlent pour beaucoup des technologies "conventionnelles" de production d'énergie. Les matériels doivent être adaptés pour prendre en compte le caractère particulier des combustibles utilisés: de ce fait, la détention d'un savoir-faire est un point clef en matière de propriété industrielle.»<sup>4</sup> Les dispositifs en développement concernent à la fois les équipements individuels et les unités de production de chaleur et/ou d'électricité.

Cette segmentation selon l'énergie primaire fournie par la ressource biomasse sous-tendra notre analyse en 3 grandes familles et 4 marchés:

- la filière biomasse solide pour la combustion, la filière déchets ménagers pour incinération ;
- les filières biogaz ;
- les filières biocarburants.

<sup>4</sup> <http://www.energie.minefi.gouv.fr/base-tde/fiche.php?id=56>

## **2 - Du caractère renouvelable et durable de la ressource**

Concernant la ressource naturelle bois et végétale directement prélevée à la fin de produire de l'énergie, on ne peut parler de ressource renouvelable que dans la mesure où le prélèvement ne dépasse pas la croissance annuelle de la ressource et que donc cette exploitation permet *a minima* de maintenir le stock inchangé.

À cette proposition il faut ajouter celle d'une préservation de la qualité des sols, elle-même garante de la durabilité de l'usage et de la pérennité de la ressource. Ceci implique non seulement de veiller à un usage raisonnable voire nul d'intrants (pesticides et engrais), mais aussi de veiller à laisser des sols vivants après une coupe de bois, ce qui signifie notamment de laisser au sol suffisamment de matière pour permettre à la microfaune de subsister et faire son œuvre. À ce titre, Greenpeace<sup>5</sup> précise que 25 % de la croissance naturelle doit être laissée sur place afin d'apporter aux sols les nutriments nécessaires à leur renouvellement. Il convient aussi de vérifier que la quantité de CO<sub>2</sub> émis lors de la phase d'exploitation est effectivement inférieure à celle évitée par l'usage de cette ressource par rapport à la ressource fossile auparavant utilisée.

Ce questionnement existe concernant les matières prélevées dans le milieu naturel (bois, taillis...). Il est encore plus évident concernant les cultures dédiées dont il faut en plus bien veiller à ce qu'elles ne génèrent pas un usage abusif de pesticides et autres engrais mais aussi d'eau, ne concourent pas indirectement à la destruction de milieux naturels ou entrent en concurrence avec un usage alimentaire des sols.

De nombreux débats ont émergé concernant le niveau de ressource en bois disponible au niveau national, de même que les biocarburants ont fait l'objet de sérieuses réserves concernant leur caractère durable (du moins pour la première génération). Ces débats reflètent une volonté affichée d'une gestion durable de la ressource tant au niveau français qu'europpéen. Cependant le caractère renouvelable et durable de ces ressources est plus difficile à garantir à une échelle mondiale et les importations de matières brutes ou de sous-produits (principalement biocarburants) peuvent se révéler non durables à un examen approfondi du cycle de vie du produit comme le soulignent plusieurs études récentes<sup>6</sup>. C'est le sens de la mise en place de certificats de durabilité des biocarburants au niveau de l'Union européenne et qui font l'objet de transposition dans le droit des États membres.

Concernant les produits fatals de l'activité humaine, principalement les déchets, la Commission européenne définit une hiérarchie dans la gestion des déchets avec en premier lieu la mise en place de politiques visant à réduire la quantité de déchets, en second lieu développer le recyclage, le réemploi, la récupération et en troisième lieu seulement de recourir à la valorisation énergétique, avant le traitement thermique des ordures (valorisation énergétique inférieure à 60 %), ultime étape avant le stockage des déchets qui n'auraient pas pu répondre aux critères des précédentes étapes.

---

<sup>5</sup> « Scénario de transition énergétique 2013 » p 25, Greenpeace, février 2013

<sup>6</sup> Voir détail au chapitre 3 sur les biocarburants

## Les cultures énergétiques :

### Qu'entend-t-on par cultures énergétiques ?

Ce sont des cultures principalement dédiées à un usage énergétique : en vue de servir comme carburants, pour la combustion ou pour la méthanisation. Ces cultures peuvent occuper des parcelles à l'année ou bien s'intercaler entre deux cultures, on parle alors de cultures intermédiaires à vocation énergétiques (CIVE). Nous n'évoquerons ici que les cultures énergétiques occupant la parcelle à l'année.

Selon l'Ademe : « Les cultures énergétiques servent à produire de la chaleur et/ou de l'électricité (cogénération) ou des biocarburants. Il s'agit de combustibles biologiques et renouvelables (biocombustibles) : le bois, les cultures ligno-cellulosiques, (ex. taillis à courte rotation, plantes pérennes ...) plantes céréalières et oléagineuses, et résidus de récolte. Ils peuvent être traités de différentes façons, par combustion, distillation, fermentation, gazéification ou pyrolyse. Ils permettent de réduire les émissions de CO<sub>2</sub> et de limiter l'épuisement des ressources fossiles. »

**Tab. 1 - Panorama des plantes candidates aux cultures énergétiques (hors biocarburants)**

		C3	C4
Annuelles	1 fois / an	Céréales a paille : triticale, blé, seigle Plantes à fibre : chanvre, lin, kénaf	Annuelles d'été : sorghos, maïs
	x fois / an	Graminées fourragères : fétuque, ray-grass Légumineuses : luzerne	
Pérennes	1 fois par an	Roseaux : phalaris, phragmite Herbacées : canne de provence	Herbacées : miscanthus, switchgrass
	1 fois tous les x ans	Taillis à courte rotation : saule, peuplier, robinier	

Source : INRA<sup>7</sup>

### Les différents types de cultures énergétiques en France

En ce qui concerne les usages pour biocarburant, les principales surfaces cultivées concernent le blé éthanol, le colza, la betterave, le tournesol, pour les plantes destinées à la combustion ou à la méthanisation, on trouve les taillis à courte rotation (TCR) : peuplier, saule, eucalyptus, ainsi que des plantes à croissance rapide, qu'elles soient d'origine exotique : miscanthus, switchgrass, sorgho...ou locale : chanvre, lin, luzerne... Les cultures énergétiques se sont développées suite à l'obligation de gel des terres liée aux aides de la PAC et le développement des aides spécifiques aux cultures énergétiques. Les jachères pouvaient être utilisées pour des cultures non destinées à l'alimentation humaine ou animale. L'obligation de gel a disparu en 2009 et l'aide aux cultures énergétiques a été supprimée en 2010. On note depuis une nette réduction des surfaces en jachère et en culture industrielle. Les questionnements qui ont émergé en Europe au sujet de la durabilité des biocarburants ont aussi contribué à cette baisse.

<sup>7</sup> <http://www.bourgogne.chambagri.fr/energieclimat/cultures-energetiques.html>

**Fig. 4 - Le colza est de loin la principale culture énergétique en France**



Crédit photo © Thierry Degen/METL-MEDDE

**Fig 5 – Champ de miscanthus en fleurs**



Photo © Bourgogne pellets, www.bioenergie-promotion.fr

### Les surfaces en France et Île-de-France

En France en 2010, les surfaces de cultures énergétiques s'élevaient à environ 1,7 million d'ha soit 5,8 % de la surface agricole utile (SAU) nationale (29,4 millions d'ha)<sup>8</sup>. La culture du colza couvrait à elle seule 4,7 % de la SAU avec près de 1,4 million d'ha. En Île-de-France en 2009, les surfaces de cultures énergétiques sur jachère industrielle ou cultures énergétiques pures représentaient environ 32 000 ha<sup>9</sup> sur une SAU de 571 000 ha, soit 5,5 % de la SAU francilienne. L'Île-de-France figure parmi les principales régions françaises de culture énergétique derrière les deux régions normandes et surtout l'ensemble du nord et de l'est du Bassin parisien.

**Tab. 2 - Cultures énergétiques en Île-de-France (surfaces en ha)**

Type de culture/surfaces (ha)	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Colza	11 818	18 952	30 282	38 282	22 802	25 376
Blé	1 462	2 140	2 123	5 059	4 198	4 067
Betteraves	0	529	1 912	2 299	1 604	2 290
Autres	322	1 115	1 706	845	161	309
<b>Total</b>	<b>13 602</b>	<b>22 745</b>	<b>36 023</b>	<b>46 485</b>	<b>28 765</b>	<b>32 042</b>
<b>Part SAU IDF (*)</b>	<b>2,4%</b>	<b>3,9%</b>	<b>6,2%</b>	<b>8,0%</b>	<b>5,0%</b>	<b>5,5%</b>

Source des données : ASP, SRISE Île-de-France, (\*) la SAU prise en compte est celle du recensement agricole de 2000 pour 2004 et 2005 puis celle de 2010 après 2005.

Toujours en Île-de-France, les surfaces concernées ont connu une nette baisse en 2008 par rapport à 2007 qui correspond à un pic (- 30 %, avec - 14 500 ha), essentiellement du fait de la forte baisse des cultures sur jachères industrielles (- 13 000 ha soit - 83 %) puis un rebond en 2009 avec toutefois un niveau qui reste inférieur de 10 % à celui de 2007. À cette date, l'essentiel des surfaces franciliennes dédiées aux cultures énergétiques est dévolu aux biocarburants (colza : 79 % du total, blé éthanol, betterave), une fraction minime (environ 60 ha) à la combustion directe ou à la méthanisation (miscanthus et peuplier à courte rotation notamment).

Un projet axé sur le miscanthus nommé Biomis G3 se développe sur des parcelles délaissées ou incultivables pour l'alimentaire dans les Yvelines et en sud Seine-et-Marne avec 3 composantes : bioplastiques, agro-matériaux pour le bâtiment et biomasse énergie (notamment pour l'industrie cimentière), celui-ci se développe sur près de 200 ha<sup>10</sup> en 2012 pour l'ensemble des trois usages.

<sup>8</sup> Selon le rapport : « la politique d'aide aux agrocarburants », Cour des comptes, janvier 2012

<sup>9</sup> Source des données : ASP, SRISE Île-de-France

<sup>10</sup> Un autre projet s'appuie sur le développement du chanvre à l'est de la Seine-et-Marne (500 ha et 200 ha en Essonne) mais pour des cultures exclusivement destinées aux agro-matériaux pour le bâtiment.

## 3 - La contribution de la biomasse dans le mix énergétique européen et français

### 3.1 - En Europe

En 2010, selon Eurostat, la production d'énergie primaire d'origine renouvelable représentait 20 %<sup>11</sup> du total de la production d'énergie primaire de l'union européenne. Parmi les quelque 170 millions de tonnes équivalent pétrole (Mtep) produits à partir de ressources renouvelables, la biomasse en représentait environ 68 %.

Au sein de l'Union européenne, la France est le deuxième principal producteur d'énergie à base de biomasse derrière l'Allemagne et loin devant le Royaume-Uni qui sont les trois principaux pays producteurs d'énergie en Europe. La Norvège qui est le plus gros producteur européen d'énergie assure quasi exclusivement sa production à partir des gisements pétroliers et gaziers de la mer du Nord. La France est cependant devancée par des pays comme l'Autriche, l'Italie, l'Espagne et surtout la Suède lorsque l'on compare le poids de l'énergie biomasse dans la production d'énergie primaire nationale. La Suède est peut-être le cas le plus intéressant puisqu'elle réussit à produire un niveau d'énergie tirée de la biomasse proche de celui de la France mais avec un poids de celle-ci qui dépasse le tiers du total contre moins de 11 % en France.

**Tab. 3. La biomasse dans le mix énergétique 2010 de l'UE et d'une sélection de pays**  
(Énergie primaire, en million Toe)

	Énergie primaire biomasse	Énergie primaire totale	Part biomasse
Allemagne	25 759	131 505	19,6 %
<b>France</b>	<b>14 360</b>	<b>134 400</b>	<b>10,7 %</b>
Suède	11 387	33 078	<b>34,4 %</b>
Espagne	6 188	34 072	18,2 %
Italie	6 089	30 192	20,2 %
Autriche	4 914	11 755	41,8 %
Royaume Uni	4 051	147 568	2,7 %
<b>UE 27</b>	<b>112 725</b>	<b>830 836</b>	<b>13,6 %</b>

Source : Eurostat

En Europe et en France, la combustion constitue de loin la principale valorisation primaire énergétique de la biomasse (tableau ci-dessous).

Le biogaz constitue désormais la seconde valorisation énergétique de la biomasse avec près de 10 % du total européen, domaine dans lequel la France accuse un retard important.

Les biocarburants ont été dépassés par le biogaz et constituent le troisième type de valorisation énergétique de la biomasse en Europe. Dans ce domaine, la France est bien positionnée puisqu'elle occupe la seconde place en Europe. Enfin la valorisation par combustion des déchets représente près de 8 % de l'énergie primaire européenne issue de la biomasse, domaine dans lequel la France se situe un peu au-dessus de la moyenne de l'Union européenne.

**Tab. 4. Production d'énergie par type d'utilisation en Europe (UE 27) et en France en 2010 (Mtep)**

Utilisation énergétique	UE 27	Répartition	France	Répartition	Part France/ UE 27
Combustion biomasse solide	80,1	73,8 %	10,48	73,8 %	13 %
Biogaz	10,9	10,0 %	0,41	2,9 %	4 %
Biocarburants*	9,6	8,8 %	2,1	14,8 %	22 %
Combustion déchets	7,97	7,3 %	1,21	8,5 %	15 %
<b>Total</b>	<b>108,6</b>	<b>100 %</b>	<b>14,2</b>	<b>100 %</b>	<b>13 %</b>

Source : Euroserv'ER état des énergies renouvelables en Europe-2010 ; \*estimation IAU îdF de l'énergie primaire produite à partir du bioéthanol en 2009 d'après données en volume des producteurs d'éthanol (<http://epure.org>).

NB : Du fait notamment de différences méthodologiques, ces données comportent de petites différences avec les données Eurostat, cependant les ordres de grandeur restent proches.

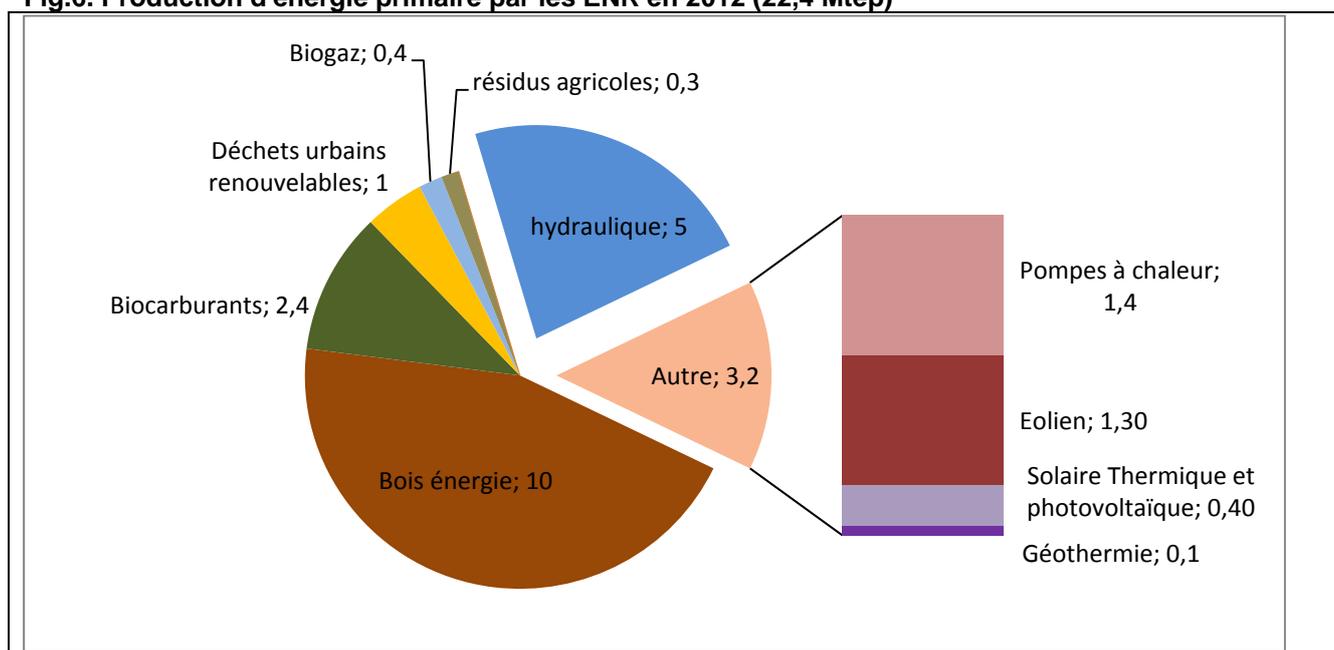
<sup>11</sup> Mais seulement 10 % de sa consommation d'énergie primaire du fait des importations d'énergies fossiles : charbon, pétrole et gaz.

## 3.2 - En France

En 2012, les ENR ont représenté 16,4 % de la production d'énergie primaire de la France (4 points de moins qu'en UE en 2009 voir plus haut) dont les deux tiers pour la seule biomasse avec 14,1 Mtep, soit encore 9,3 % de la production d'énergie primaire nationale.

Au sein de la famille biomasse, le bois représente de loin la majorité de la production d'énergie primaire renouvelable (production d'électricité ou de chaleur) avec plus de 70 %, principalement du fait de la consommation domestique de bois à travers les cheminées, poêles, inserts et autres chaudières. Cette consommation est relativement stable sur longue période. Elle est suivie par les biocarburants (17,2 %) en forte hausse depuis 2005, les déchets renouvelables (7,1 %) avec une production en légère baisse, le biogaz (3,1 %) en hausse puis les résidus de récoltes et des IAA (2%) dans un volume stable.

**Fig.6. Production d'énergie primaire par les ENR en 2012 (22,4 Mtep)**



Source : SOes, bilan de l'énergie

On a vu que la combustion est le principal mode de valorisation de cette ressource en France. La combustion de la biomasse peut soit être utilisée directement pour produire de la chaleur, soit pour générer de la vapeur. Celle-ci servira à produire de l'électricité à l'aide d'une turbine à vapeur classique à la technologie éprouvée mais qui présente l'inconvénient de rendements médiocres (15 % à 20 %). Enfin des systèmes de cogénération permettent à la fois de la production de chaleur et d'électricité avec un rendement plus élevé.

La production électrique à partir de la biomasse reste relativement marginale par rapport aux autres énergies (1% des 561 Twh produits en 2012) mais elle a connu une forte progression depuis la mise en place en 2009 du tarif d'achat de l'électricité produite à partir de la biomasse (+25 % entre 2009 et 2012). C'est particulièrement le fait du bois énergie (+51 %) et du biogaz (+45 %).

**Tab. 5. Production d'électricité en France métropolitaine par les filières biomasse (GWh)**

	1995	2000	2005	2009	2010	2011	2012
Bois énergie	1 223	1 090	1 254	1 234	1 449	1 809	1 863
Déchets urbains renouvelables	370	1 021	1 642	2 024	2 041	2 128	2 179
Biogaz	85	295	502	878	1 052	1 200	1 274
Résidus agricoles	174	370	327	373	349	344	355
<b>Total</b>	<b>1 852</b>	<b>2 776</b>	<b>3 725</b>	<b>4 509</b>	<b>4 891</b>	<b>5 481</b>	<b>5 671</b>

Source : DGEMP, base Pégase

### 3.3 - En Île-de-France : une énergie régionale relativement verte qui ne couvre que 10 % de la consommation

Première région de consommation d'énergie avec près de 24 millions de Tep (moins de 15 % du total national pour 18,6 % de la population), l'Île-de-France est très largement dépendante de l'extérieur pour son approvisionnement énergétique. Elle importe ainsi l'essentiel du pétrole et du gaz qu'elle consomme (il faut citer cependant le petit gisement pétrolier de Seine-et-Marne qui produit 400 000 t de pétrole par an<sup>12</sup>). L'Île-de-France « importe » aussi une grosse partie de l'électricité qu'elle consomme des autres régions françaises et du parc nucléaire qu'elles abritent.

De ce fait, l'énergie primaire produite sur son territoire ne couvre que 10 % de ses besoins. Cette énergie primaire est largement produite avec le concours de centrales à gaz ou au fioul qui fonctionnent en cogénération (électricité et chaleur). Cependant, la part des énergies renouvelables est relativement élevée.

Au final, la production primaire électrique francilienne d'origine renouvelable injectée sur réseau (882 GWh) représentait 14 % de la production totale d'électricité de l'Île-de-France en 2009<sup>13</sup> (6 150 GWh), tandis que la production finale de chaleur et de froid d'origine renouvelable livrés sur réseau (12 590 GWh) en représentait 20,8 %.

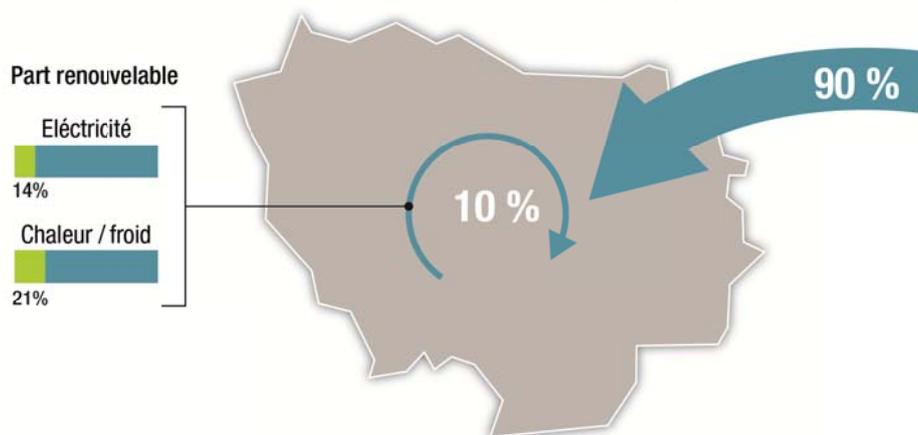
**Tab. 6. La production finale d'énergie renouvelable en Île-de-France en 2009**

Filière	Électricité (GWh)	Chaleur (GWh)	Total (GWh)	Part (%)
Déchets renouvelables (fraction renouvelable)*	267	1 515	1 782	15,9 %
Biomasse	298	3 314	3 612	32,3 %
<i>dont biogaz</i>	298		298	2,7 %
<i>dont biomasse individuelle (cheminée, poêles...)</i>		3 187	3 187	28,5 %
Cultures énergétiques			548	4,9 %
<b>Sous-total biomasse</b>	<b>565</b>	<b>4 829</b>	<b>5 942</b>	<b>53,1 %</b>
Géothermie		1 035	1 035	9,2 %
Pompes à chaleur		4 151	4 151	37,1 %
<i>dont pompes à chaleur dans le bâtiment</i>		3 845	3 845	
Solaire	8	17	25	0,2 %
Eolien	0	0	0	0,0 %
Hydraulique	43		43	0,4 %
<b>Total ENR*</b>	<b>616</b>	<b>10 032</b>	<b>11 196</b>	<b>100 %</b>

Source : « Schéma Régional du climat de l'Air et de l'Énergie de l'Île-de-France », CRIF 2012.

\*Contrairement au tableau 4 du document du SRCAE nous n'avons pris en compte que 50 % du volume de déchets qui par convention sont considérés comme renouvelables. Le chiffre de 11 196 GWh/an est cependant mentionné dans le texte en page 36 de la version citée en source.

**Fig. 6. Une forte dépendance énergétique, une énergie régionale relativement verte**

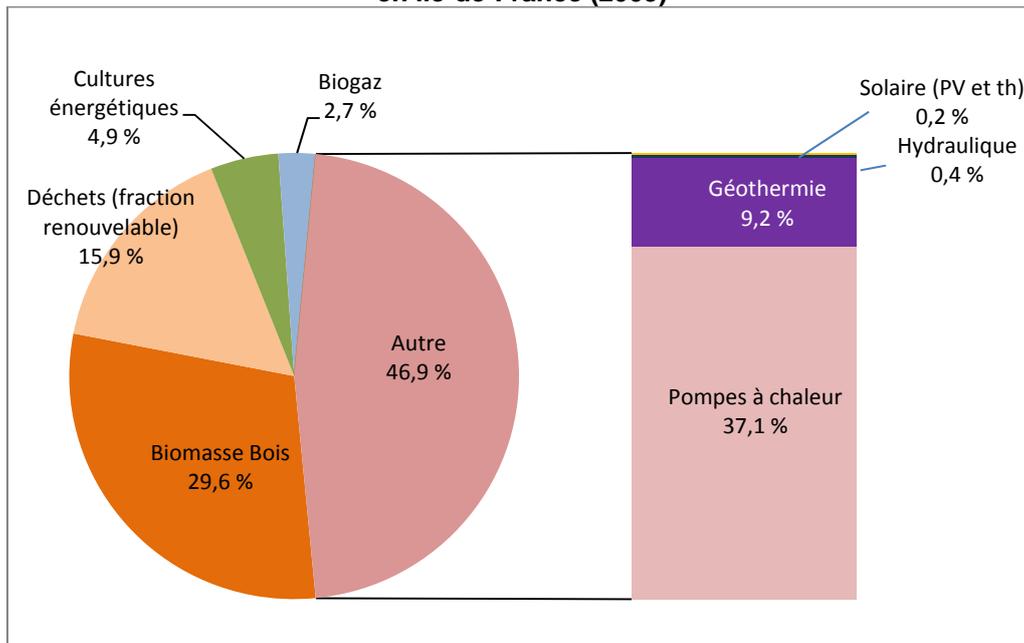


Source : IAU îdF 2012 © IAU îdF

<sup>12</sup> À titre de comparaison, les plus gros pétroliers peuvent transporter 300 000 tonnes de brut.

<sup>13</sup> Source : « Schéma régional du climat de l'air et de l'énergie de l'Île-de-France », CRIF 2012.

**Fig. 7. Répartition de l'énergie primaire produite à partir de ressources renouvelables en Île-de-France (2009)**



Source : d'après données SRCAE IDF, 2012.

À la date de ces données (2009), La biomasse sous toutes ses formes représente la principale source d'énergie finale renouvelable produite sur le sol francilien à hauteur de 53 %.

Au sein de cette famille biomasse, **le bois** en représente plus de la moitié, essentiellement par le bois consommé au sein des ménages franciliens (3 187 GWh), tandis que la biomasse collective hors réseau ou connectée aux réseaux de chaleur représente 114 GWh.

**Les déchets** (fraction renouvelable) représentent quant à eux la seconde ressource de la famille biomasse en Île-de-France et pèsent près de 16 % de l'ensemble des productions renouvelables de la région.

**Le biogaz** qui est un produit fatal des déchets (gaz de décharges principalement mais aussi issu de processus de méthanisation de déchets fermentescibles ne représente à l'heure actuelle que moins de 3 % de la production énergétique renouvelable francilienne. Enfin, les **cultures énergétiques** (essentiellement à destination des biocarburants) représentent d'ores et déjà près de 5 % de la production d'énergie renouvelable francilienne et vient en substitution de produits pétroliers.

La chaleur est la principale énergie renouvelable produite en Île-de-France. Elle représente près de 90 % de l'énergie renouvelable produite.

Cela peut s'expliquer par deux éléments :

- d'une part, en 2009 les effets du nouveau tarif d'achat ne se font pas encore sentir et les nouvelles chaufferies bois sortent à peine de terre ;
- d'autre part, le climat et la morphologie urbaine régionale, notamment sa forte densité, la rendent particulièrement adaptée à l'utilisation des réseaux de chaleur. C'est d'ailleurs le premier réseau français avec 127 réseaux totalisant 1 421 km et qui dessert l'équivalent de 1,1 million équivalents logements, soit plus de 50 % de la chaleur livrée en France (toutes sources d'énergies confondues).

### 3.4 - Les ambitions de la France en matière de progression de l'usage énergétique de la biomasse : *chaleur en tête, biocarburants en question*

Le potentiel de progression de la part de la biomasse dans le mix énergétique français est important à supposer que les objectifs affichés par l'État soient atteints.

À la lecture du tableau ci-dessous, le potentiel résultant des objectifs fixés par le Grenelle de l'environnement représentait globalement une multiplication par deux du niveau de 2006 en l'espace de 15 ans pour atteindre près de 22 000 ktep en 2020 contre un peu plus de 10 000 ktep en 2006.

**Objectifs du Grenelle de l'environnement concernant l'évolution de l'usage énergétique de la biomasse d'ici 2020 en France (consommation finale en ktep) :**

**Tab. 7. Ventilation nationale par filière renouvelable des objectifs de la PPI chaleur**

Filière	Objectifs 2012		Objectifs 2020	
	En ktep	En GWh	En ktep	En GWh
<b>Bois individuel</b>	7 400	86 047	7 400	86 047
<b>Biomasse</b>	2 500	29 070	5 200	60 465
<b>Biomasse chaleur cogénération</b>	540	6 279	2 400	27 907
<b>Géothermie profonde</b>	195	2 267	500	5 814
<b>Géothermie intermédiaire</b>	100	1 163	250	2 907
<b>Pompe à chaleur individuelle</b>	1 200	13 953	1 600	18 605
<b>Solaire thermique individuel</b>	150	1 744	817	9 500
<b>Solaire collectif</b>	35	407	110	1 279
<b>Part ENR des UIOM et bois DIB</b>	470	5 465	900	10 465
<b>Biogaz</b>	60	698	555	6 453
<b>TOTAL</b>	<b>12 650</b>	<b>147 093</b>	<b>19 732</b>	<b>229 442</b>

Source : « Rapport en application de l'article 50 de la loi de programme du 13 juillet 2005 fixant les orientations de la politique énergétique - Programmation pluriannuelle des investissements de production de chaleur, période 2009-2020 » (DGEC)

**Tab. 8. Ventilation nationale par source primaire renouvelable des objectifs de la PPI électrique**

Source primaire renouvelable	Objectif 2010 (MW)	Objectif 2015 (MW)	Objectifs 2020 (MW)
<b>Biogaz</b>	100	363	625
<b>Biomasse</b>	1 000	2 000	2 300
<b>Déchets ménagers et assimilés</b>	200	300	
<b>Eolien terrestre</b>	12 500	13 000	19 000
<b>Eolien en mer</b>	1 000	4 000	6 000
<b>Géothermie</b>	90	200	Faible potentiel en métropole
<b>Hydraulique</b>	500	2 000	3 000
<b>Solaire photovoltaïque</b>	150	500	5 400
<b>TOTAL</b>	<b>15 540</b>	<b>22 250</b>	<b>35 700</b>

Source : Rapport au Parlement - Programmation pluriannuelle des investissements de production d'électricité, période 2009 – 2020

**Tab. 9. Estimation de la contribution des biocarburants**

	Etat 2006 en Ktep	Objectif 2020 en ktep
Biocarburants	680	3 500

En ce qui concerne la consommation finale de la biomasse, les principaux gisements de croissance se situent au niveau de la chaleur, avec le chauffage collectif et industriel, ainsi que la cogénération.

Les biocarburants représentent le second plus gros potentiel de croissance pour les ENR en termes de consommation finale au niveau national. Cependant l'objectif concernant le taux d'incorporation fait l'objet de questionnements tant au niveau national qu'europpéen.

Enfin, le développement de la production d'électricité par la biomasse sera assuré principalement par la cogénération et le développement du biogaz.

À noter que la stagnation affichée du niveau de production de chaleur domestique par ressource renouvelable est à mettre sur le compte d'une plus grande efficacité moyenne du parc qui devra être totalement renouvelé et continuera à s'étendre pour équiper 3,25 millions de foyers supplémentaires. Au total ce sont 9,25 millions d'appareils à installer ou remplacer à l'horizon 2020 soit un marché considérable.

Les bioénergies sont ainsi ciblées par la France comme faisant partie intégrante de sa stratégie de développement des énergies renouvelables. Elle se fixe comme objectif de :

- augmenter de 50 % la production d'énergie renouvelable d'origine thermique ;
- porter à 21 % la part de la consommation d'électricité d'origine renouvelable ;
- passer la part des biocarburants d'origine biomasse de 7 % en 2010 à 10 % en 2020.

Cependant **cet objectif fait l'objet d'une remise en cause** tant au niveau de l'Union européenne que de la France et l'on parle au niveau européen de **ramener ce taux à un maximum de 6 % en 2020 pour les carburants de première génération** tout en fixant un objectif spécifique minimal de 2,5 % pour les carburants de seconde génération.

Selon l'étude Eurostaf : « le marché français de la biomasse » 2012 : « La France s'est dotée d'objectifs ambitieux en matière de chaufferies industrielles et collectives au bois qui seront longs à atteindre.

S'agissant de la production d'électricité à partir de biomasse, le Grenelle prévoit un quadruplement des capacités installées d'ici 2020. Si les petites unités de cogénération – inférieures à 12 MW – peuvent bénéficier des obligations d'achat, les plus grosses sont régies par des appels d'offres menés par la CRE<sup>14</sup>, dont l'échec est aujourd'hui patent car seule une poignée de projets a vu le jour. Revoir les mécanismes de soutien, laissant plus de place à l'échelon local, faciliterait le développement de ce marché... En revanche, la production de chaleur est encouragée avec plus de succès par le Fonds chaleur renouvelable. Depuis son instauration, il a toujours dépassé ses objectifs. »

Cette mobilisation en faveur des énergies renouvelables est déclinée aux niveaux des régions qui se sont lancées dans l'élaboration de schémas régionaux de climat air énergie (SRCAE), suite au Grenelle de l'environnement.

**Fig. 8. Le développement des réseaux de chaleur devra accompagner celui de la biomasse énergie**



Conduits de réseau de chaleur, photo © Frédéric Douard, [www.bioenergie-promotion.fr](http://www.bioenergie-promotion.fr)

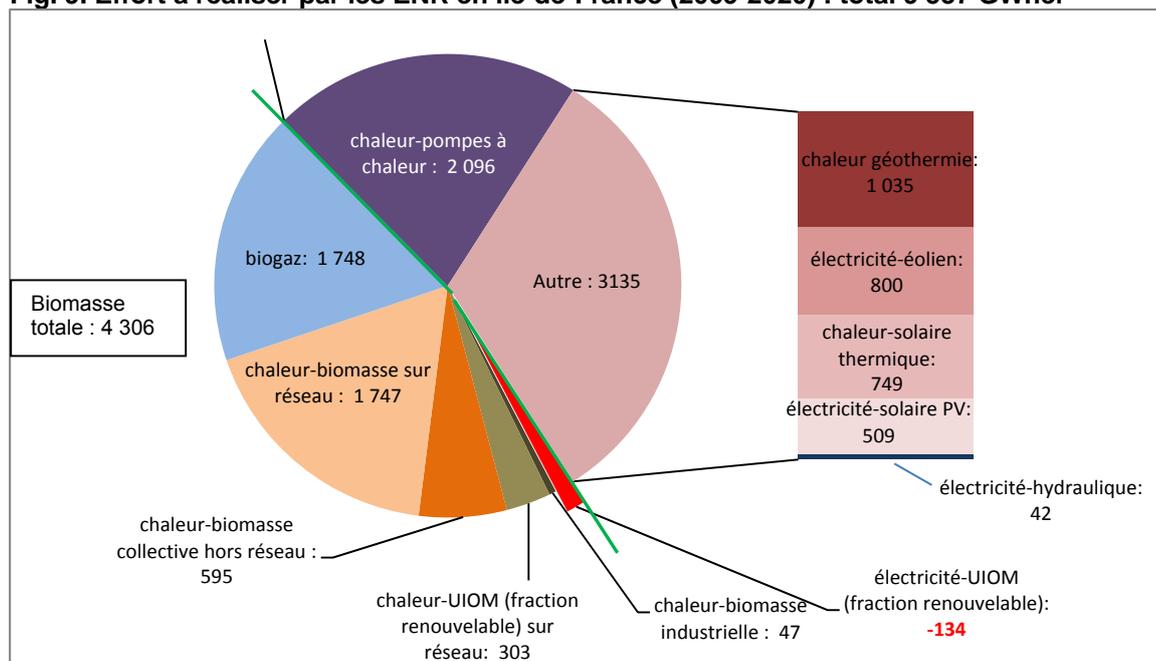
<sup>14</sup> CRE : Commission de régulation de l'énergie

### 3.5 - Les objectifs de l'Île-de-France placent la chaleur au cœur du développement des usages énergétiques de la biomasse

Le SRCAE d'Île-de-France adopté en 2012 vise un doublement de la production d'ENR sur le territoire francilien d'ici 2020. Cette progression de 9 537 GWhcf concerne essentiellement la chaleur (87,2 % du total de l'effort à réaliser) et beaucoup plus faiblement la production électrique (12,8 %).

Au niveau de l'origine de la source renouvelable, la biomasse devra assurer 45,2 % de l'effort (4 305 GWhcf), ce qui est légèrement inférieur à son poids dans l'ensemble ENR tel qu'il apparaît en 2009 (53,1 %).

**Fig. 9. Effort à réaliser par les ENR en Île-de-France (2009-2020) : total 9 537 GWhcf**



Source : IAU îdF d'après données projet de SRCAE IdF, juillet 2012

Au sein de la famille biomasse on perçoit une forte volonté de voir progresser son usage pour la production de chaleur collective (en réseau ou hors réseau) ainsi que les usages industriels, tandis que la chaleur domestique individuelle ne doit pas progresser. Ce choix est totalement conforme aux objectifs fixés au niveau national (voir plus haut), choix justifié par le fait que les grosses installations sont plus efficaces et émettent proportionnellement moins de particules que les installations individuelles. Par ailleurs, la production de chaleur est particulièrement adaptée à la morphologie de l'agglomération francilienne.

C'est **principalement la chaleur sur réseau** qui doit permettre d'atteindre les objectifs régionaux sur le volet : « chaleur issue de la biomasse », avec à la fois une extension du réseau (+ 40 % de logements connectés) et un mix énergétique des réseaux de chaleur franciliens plus favorable aux ENR (41 % contre 21 % actuellement).

Le biogaz sera l'autre principal contributeur de la famille biomasse à l'atteinte des objectifs régionaux, avec notamment le développement d'unités de méthanisation sur le sol francilien et la mobilisation d'une fraction croissante de la part fermentescible des déchets.

Par ailleurs, les professionnels générateurs de déchets organiques (grandes surfaces, restaurants, industries agro-alimentaires...) seront de plus en plus impactés par la norme nationale fixant obligation de trier et valoriser leurs déchets avec un seuil de déclenchement actuellement fixé à 120 t par an, mais qui baissera régulièrement pour atteindre 10 tonnes par an en 2016, soit l'équivalent d'un restaurant de 200 couverts.

Comme le bois énergie pour les raisons exposées plus haut, les cultures énergétiques ne devraient pas se développer, principalement sous l'effet de la remise en cause du développement des biocarburants tant au niveau national, qu'europpéen (voir en détail dans la seconde partie le chapitre 3 consacrée aux biocarburants).

On anticipe un ralentissement de la hausse voire une stagnation du volume de déchets à valoriser par incinération du fait de la priorité accordée à l'objectif de réduction du volume de déchets. Par ailleurs, l'objectif d'augmenter le taux de récupération et de recyclage des déchets prime sur celui de leur valorisation énergétique.

Enfin, le choix a été fait de généraliser la cogénération au sein des UIOM et de restreindre la production électrique aux strictes autoconsommations des unités d'incinération en privilégiant la production de chaleur. Ainsi la production d'électricité par les UIOM franciliennes devrait-elle baisser de 50 % d'ici 2020, tandis que leur production de chaleur progressera de 20 %. Ce qui au final devrait conduire à une hausse de la production d'énergie à partir de déchets de seulement + 9,4 % (facteur multiplicateur de 1,09).

**Tab. 10. Les objectifs du SRCAE Île-de-France concernant le développement des ENR (GWhef)**

filière et énergie	situation 2009	objectif 2020	effort à réaliser	facteur multiplicatif
chaleur-biomasse bois domestique	3 187	3 187	-	1,0
chaleur-biomasse collective hors réseau	47	642	595	13,7
chaleur-biomasse industrielle	13	60	47	4,6
chaleur-UIOM (fraction renouvelable) sur réseau	1 515	1 818	303	1,2
chaleur-biomasse sur réseau	67	1 814	1 747	27,1
biogaz	298	2 046	1 748	6,9
cultures énergétiques	548	548	-	1,0
électricité-UIOM (fraction renouvelable)	267	133	-134	0,5
chaleur-pompes à chaleur	4 151	6 247	2 096	1,5
chaleur géothermie	1 035	2 070	1 035	2,0
chaleur-solaire thermique	17	766	749	45,1
électricité-solaire PV	8	517	509	64,6
électricité-hydraulique	43	85	42	2,0
électricité-éolien	-	800	800	
Total	11 196	20 733	9 537	1,9
poids Biomasse	53,1%	49,4%	45,2%	

Source : projet de SRCAE IdF, juillet 2012

Biomasse

## 4 - Les dispositifs de soutien en France et en Île-de-France

### 4.1 - Au niveau national : *priorité à la chaleur et à la génération électrique*

La politique nationale de soutien au développement de l'utilisation de la biomasse énergie est incitative et a pour but de permettre d'atteindre les objectifs fixés par l'Etat pour le pays. Elle vise particulièrement la **production de chaleur** avec plusieurs dispositifs complémentaires qui ne sont pas totalement spécifiques à la biomasse :

- Des aides individuelles pour le secteur domestique qui portent essentiellement sur le chauffage bois et prenant la forme de crédits d'impôts et un dispositif de prime à la casse pour les anciennes chaudières. Les ménages peuvent aussi bénéficier de l'éco-prêt zéro pour les appareils de chauffage au bois.
- Le fonds chaleur géré par l'Ademe qui concerne le secteur collectif, agricole, tertiaire et industriel avec des aides attribuées sur le mode d'appels à projets annuels qui permettent de sélectionner les projets de plus de 1 000 tep/an. Ces aides financent à la fois les installations de production de chaleur ainsi que les réseaux de chaleur.

Le fonds chaleur est géré au niveau des régions par les directions régionales de l'Ademe pour les projets compris entre 100 ktep et 1 000 ktep.

- Le fonds déchets qui est destiné aux collectivités locales vise à réduire le volume des déchets et à aider les collectivités locales à développer les installations de traitement des déchets, améliorer leurs performances en visant entre autres les incinérateurs et les installations de méthanisation. Les fonds sont distribués soit selon un taux maximal appliqué à un périmètre de dépense, soit une aide forfaitaire proportionnée au nombre d'habitants et conditionnée à l'atteinte des résultats.

Parallèlement l'Etat a mis en place des dispositifs favorisant la production d'électricité issue de la biomasse : obligation d'achat et tarif d'achat préférentiel.

Historiquement, la mise en place par l'Etat de tarifs d'achat de la **production d'électricité** à partir de la biomasse s'est tout d'abord portée sur les déchets ménagers en 2001 et plus généralement les installations de cogénération. En 2011 il a été étendu aux installations de production à partir de biomasse végétale (hors biogaz), de biogaz et d'installations de méthanisation (voir tableau page suivante). On peut constater à titre de comparaison que le photovoltaïque intégré au bâti (46 cts/KWh) bénéficie d'un tarif d'achat très supérieur à ceux proposés aux différents segments de la biomasse (maximum 16 cts/KWh avec les primes). Cependant contrairement au photovoltaïque, la politique nationale concernant le soutien à la biomasse est plus stable dans le temps, ce qui est de nature à rassurer les investisseurs.

Au sein de la famille biomasse, les **installations de méthanisation** bénéficient d'un soutien un peu plus important concernant le tarif d'achat, avec un maximum de près de 20 cts en intégrant les primes. Pour compléter les dispositifs visant au lancement de la filière biogaz et notamment de la méthanisation, l'injection de biogaz dans le réseau de gaz naturel a été rendue possible en 2006 et assortie d'un tarif d'achat. Ce tarif d'achat réévalué en 2011 varie de 4,5 cts d'euros par kWh à 9,5 5cts d'euros par kWh suivant la nature et la taille de l'installation, le type d'intrant permet éventuellement de bénéficier d'une prime de 0,5 cts à 3 cts par kWh (voir détail dans la partie dédiée au biogaz).

Concernant spécifiquement les **cultures énergétiques**, l'Union européenne (UE) a proposé entre 2004 et 2007 des aides dans le cadre de la politique agricole commune (PAC). Ces aides dites « couplées »<sup>15</sup> portaient sur des montants de 45€/ha ensemencé, ce qui a conduit à une multiplication des surfaces cultivées. Cependant l'UE est revenue sur ces dispositifs et a supprimé une grande partie de ces aides couplées, notamment en 2010, entraînant la fin des aides aux cultures énergétiques. Au niveau national, l'État a mis en place des dispositifs incitatifs agissant à la fois sur la demande et sur l'offre. Côté demande, un

---

<sup>15</sup> Les aides dites couplées à la production sont les aides PAC dont le versement est conditionné par la réalisation d'une production agricole. Le montant de l'aide attribuée est lié directement à la nature et à l'importance de la production réalisée et déclarée au cours d'une campagne. Jusqu'en 2005, toutes les aides PAC étaient des aides couplées.

régime de taxe sur les biocarburants plus avantageux que pour les carburants fossiles a été mis en place. **Cependant ce différentiel fiscal en faveur des biocarburants sera progressivement réduit à partir de 2014 pour disparaître à la fin 2015.**

Du côté de l'offre, la mise en place en 1999 d'une taxe générale sur les activités polluantes (TGAP)<sup>16</sup> qui existe toujours, avait pour principe de dissuader les pratiques polluantes et à partir de 2003 de favoriser une plus forte intégration de biocarburants dans le volume de carburants distribués<sup>17</sup>.

**Tab. 11. Tarifs d'achat de l'électricité issue de la biomasse et comparaison avec les autres ENR**

Filière	Arrêtés régissant l'achat de l'électricité	Durée des contrats	Exemple de tarifs pour les installations mise en service à la date de parution des arrêtés
Energie éolienne	<a href="#">17 novembre 2008</a>		- <b>éolien terrestre</b> : <b>8,2 c€/kWh</b> pendant 10 ans, puis entre <b>2,8 et 8,2 c€/kWh</b> pendant 5 ans selon les sites. - <b>éolien en mer</b> : <b>13 c€/kWh</b> pendant 10 ans, puis entre <b>3 et 13 c€/kWh</b> pendant 10 ans selon les sites.
Photovoltaïque	<a href="#">4 mars 2011</a>	20 ans	Tarif applicables aux projets dont la demande de raccordement a été envoyée avant le 1er octobre 2012 et le 31 décembre 2012 : - installations <b>intégrées au bâti</b> : <b>34,15 c€/kWh/ 29,88/22,79/19,76</b> selon l'usage du bâtiment et la puissance de l'installation - installations <b>intégrée simplifiée au bâti</b> : <b>17,04 ou 16,19 c€/kWh</b> selon que <b>l'installation a une puissance inférieure ou supérieure à 36kWc</b> - autres installations : <b>10,24 c€/kWh</b>
Cogénération	<a href="#">31 juillet 2001</a>	12 ans	<b>6,1 à 9,15 c€/kWh</b> (40 et 60 cF/kWh) environ en fonction du prix du gaz, de la durée de fonctionnement et de la puissance
Déchets ménagers sauf biogaz	<a href="#">2 octobre 2001</a>	15 ans	<b>4,5 à 5 c€/kWh</b> (29,5 à 32,8 cF/kWh) + prime à l'efficacité énergétique comprise entre 0 et 0,3 c€/kWh (2 cF/kWh)
Combustion de matières non fossiles végétales (biomasse)	<a href="#">27 janvier 2011</a>	20 ans	<b>4,34 c€/kWh</b> auquel s'ajoute une prime comprise entre 7,71 et 12,53 c€/kWh attribuée selon des critères de puissance, de ressources utilisées et d'efficacité énergétique. Le niveau de la prime est calculé en fonction de cette dernière
Biogaz	<a href="#">19 mai 2011</a>	15 ans	Tarif compris entre <b>8,121 et 9,745 c€/kWh</b> selon la puissance auquel s'ajoute une prime à l'efficacité énergétique comprise entre <b>0 et 4 c€/kWh</b>
Méthanisation	<a href="#">19 mai 2011</a>	15 ans	Tarif compris entre <b>11,19 et 13,37 c€/kWh</b> selon la puissance auquel s'ajoutent une prime à l'efficacité énergétique comprise entre <b>0 et 4 c€/kWh</b> et une prime pour le traitement d'effluent d'élevage comprise entre <b>0 et 2,6 c€/kWh</b>
Petites installations (<36kwh)	<a href="#">13 mars 2002</a>	15 ans	<b>7,87 à 9,60 c€/kWh</b> issu du tarif « bleu » aux clients domestiques

Source : MEDD : <http://www.developpement-durable.gouv.fr/Les-tarifs-d-achat-de-l-12195.html>

Enfin, l'État, via l'ANR ou encore l'Ademe, finance divers projets de recherche dont l'objet est directement ou indirectement de favoriser le développement de technologies visant à valoriser énergétiquement la biomasse (voir chap. 5).

<sup>16</sup> La taxe générale sur les activités polluantes traduit l'application du principe pollueur-payeur. Par la détermination de ses assiettes et de ses taux, elle vise à orienter les comportements des agents économiques, à dissuader et à prévenir ceux qui présentent le plus de risques pour l'environnement.

<sup>17</sup> Tout industriel, distributeur qui ne respecte pas l'objectif d'incorporation de 7 % PCI en 2010 doit s'acquitter de la TGAP, taxe qui est en fait imputée au consommateur.

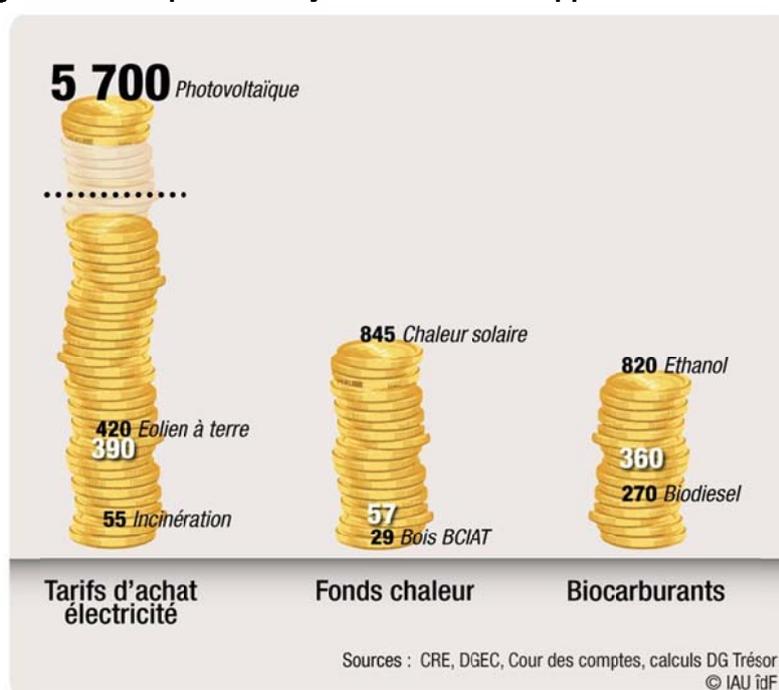
## 4.2 - Une rentabilité fiscale variable selon les dispositifs

Au total si ces politiques ont réellement contribué à soutenir le développement de filières elles ont aussi eu un coût qu'a calculé la direction du Trésor, résumé par le schéma ci-dessous.

La principale conclusion est que les politiques de soutien aux ENR thermiques ont un coût /tep inférieur aux politiques d'achat d'électricité ou aux politiques de développement des biocarburants qui ont d'ailleurs fait récemment l'objet d'un rapport de la Cour des comptes.

Si l'on ne considère que les dispositifs liés à la biomasse, le tarif d'achat de l'électricité produite à partir de l'incinération d'ordures est le moins budgétivore par tep (55€), à un niveau comparable au coût moyen du fonds chaleur (57€/tep). On constate par contre que les biocarburants sont parmi les moins efficaces en termes de dépense publique. À 360 € par tep en moyenne le dispositif en faveur des biocarburants est d'un coût comparable au coût moyen du tarif d'achat d'électricité, le biodiesel étant trois fois moins budgétivore que l'éthanol. Au total, la Cour des comptes a chiffré le coût de la politique de soutien aux biocarburants à 820 millions € pour l'Etat sur la période 2005-2010.<sup>18</sup>

Fig. 10 - Coûts publics moyens liés au développement de différentes filières (€/tep)



(En blanc coût public global moyen par tep.)

<sup>18</sup> « La politique d'aide aux agro-carburants », rapport public thématique, cour des comptes, janvier 2012

## 4.3 - Les dispositifs de soutien en Île-de-France

On a vu les fortes ambitions portées par le schéma régional climat air énergie (SRCAE) voté en 2012 en matière de développement des énergies renouvelables, en particulier les bioénergies.

Sur l'axe énergies, outre le renforcement de l'efficacité énergétique, un des 3 axes prioritaires réside dans le développement du chauffage urbain alimenté par des énergies renouvelables et de récupération avec un objectif d'augmentation de 40 % du nombre d'équivalent logements raccordés d'ici 2030.

Les mesures en faveur du développement de l'usage des bioénergies en Île-de-France sont détaillées ci-dessous.

### Soutien à la mobilisation de la ressource :

L'Ademe Île-de-France a lancé en 2013 un appel à projet « plates-formes biomasse énergie ». Le site de l'Ademe précise : « L'objectif de cet appel à projets est de soutenir par des fonds publics, de l'Ademe et des fonds européens du Feder, les projets de création et de développement de plateformes de stockage et de transformation de biomasse- énergie. » Il devrait permettre de pallier le manque de structuration en amont de la filière et d'améliorer la mise à disposition de ressources locales encore trop peu valorisées.

### Soutien au développement de l'usage de la biomasse :

En juillet 2012, l'Ademe et le conseil régional d'Île-de-France ont lancé la 3<sup>e</sup> session de l'appel à projets « chaufferies biomasse » dont le résultat a été publié en septembre 2013.

L'objectif de cet appel à projets est d'aider les projets de chaufferies biomasse les plus efficaces du point de vue énergétique, environnemental et économique. 4 Projets ont été sélectionnés pour une puissance totale de 32,5 Mwh ainsi que 8 580 ml de réseau de chaleur en connexion avec ces chaufferies.

Sur les 32 M€ investis, l'aide publique représente 5,5 M€ soit 17 % dont 2,2 M€ par la région Île-de-France.

Un nouvel appel à projets chaufferies biomasse a été lancé en décembre 2013.

Suite à l'adoption du SRCAE, une « **stratégie de développement de la méthanisation en Île-de-France** » a été votée en 2014. Celle-ci prévoit notamment la mise en place d'un système d'appels à projets annuels soumis à un cahier des charges et bénéficiant de financements de la part du conseil régional et de l'Ademe. Un fonds de 6 millions d'€ sera consacré à cette stratégie.

La région est également à l'origine de la création de la SEM Energies POSIT'IF qu'elle finance et qui est un outil innovant pour accélérer le rythme et le volume des investissements en matière de rénovation énergétique performante des bâtiments et de valorisation des énergies renouvelables.

### Autres aides spécifique de la région Île-de-France :

- **Le programme régional pour l'élevage, la valorisation agricole et l'initiative rurale (PREVAIR)** qui s'appuie sur des fonds Feder agricole (Fedaer) entre dans le cadre de la programmation agricole européenne de développement rural 2007-2013 qui est le second pilier de la PAC. Ce programme prévoit dans son volet 1 de soutenir notamment la valorisation de la biomasse en énergie renouvelable. Sont éligibles les exploitations ayant leur siège et leur activité en Île-de-France et les coopératives d'utilisation de matériel agricole. Le montant de la subvention équivaut à 25 % de l'investissement HT pour la diversification agricole hors alimentaire avec un plafonnement de 50 000€ par dossier (60 000€ pour un agriculteur biologique).

Les aides évoquées ici sont détaillées en seconde partie pour chaque marché correspondant.

## 5 - La R&D en France sur la biomasse énergie

La stratégie nationale de recherche sur les énergies indique concernant la biomasse : « En France, le potentiel de biomasse encore mobilisable pour l'énergie et les matières premières, sans optimisation de ce potentiel ni culture supplémentaire, est de près de 20 millions de tep dont environ 80 % sont constituées par la partie ligno-cellulosique de la biomasse. Les déchets industriels ou ménagers constituent également une ressource importante dont il faut intensifier la valorisation énergétique. D'une manière générale des efforts de recherche sont nécessaires pour réduire les coûts de production des bioénergies et améliorer la disponibilité d'une ressource finie ».

Depuis 2005, l'ANR et l'Ademe ont lancé une série de programmes de recherche sur la thématique de la biomasse énergie avec le programme national de recherche sur les bioénergies (PNRB) entre 2005 et 2007 puis le programme bioénergies entre 2008 et 2009. Le programme bio matières et énergies a débuté en 2011 et offre un nouveau cadre pour ces recherches.

Les perspectives de R&D fixées par l'État en vue d'augmenter la production de chaleur d'origine renouvelable et de carburants issus de la biomasse visent prioritairement à :

- l'évaluation et l'augmentation de la ressource en biomasse mobilisable ;
- maîtriser la conversion de la biomasse ligno-cellulosique notamment pour la production de biocarburants de 2<sup>de</sup> de génération ;
- explorer la production de vecteurs énergétiques de 3<sup>e</sup> génération (H<sub>2</sub>, lipides,...) par des microorganismes ;
- évaluer les impacts technico-socio-économiques et environnementaux.

Ces orientations générales restent stables depuis 2005, même si on a pu observer quelques inflexions au gré des programmes tris annuels et un rapprochement avec la thématique des biomatériaux.

Ainsi, le programme « **bioénergies** » comparé au PNRB insistait-il plus particulièrement sur le caractère durable de la ressource biomasse. Concernant les filières des agrocarburants de seconde génération, prenant acte des avancées réalisées, le programme souhaitait déboucher sur la réalisation de futures unités pilotes ou semi-industrielles. On note aussi l'introduction d'une dimension technologique au-delà de la recherche exploratoire.

Le nouveau programme « **bio matière énergie** » (**BIO-ME**) met l'accent sur la convergence des technologies utilisant la biomasse comme matière première que ce soit à des fins de matériaux ou pour l'énergie.

Le concept de bio-raffinerie est ainsi placé au cœur du dispositif, même s'il était déjà présent en 2005.

La co-valorisation intégrée matière/énergie est explicitement citée et la chimie verte est considérée comme un moyen supplémentaire de garantir la viabilité économique des filières à mettre en place.

**Tab. 12. Les montants distribués par l'ANR au titre des programmes de recherche sur les bioénergies**

Programme	année	Montant K€
PNRB	2005	8 491
PNRB	2006	7 987
PNRB	2007	6 672
Bioénergie	2008	9 812
Bioénergie	2009	6 517
Bioénergie	2010	7 415
<b>Bio ME</b>	<b>2011</b>	<b>ND</b>
Total 2005-2010		46 895

Source : ANR, données issues des fiches résumées des projets sélectionnés et financés

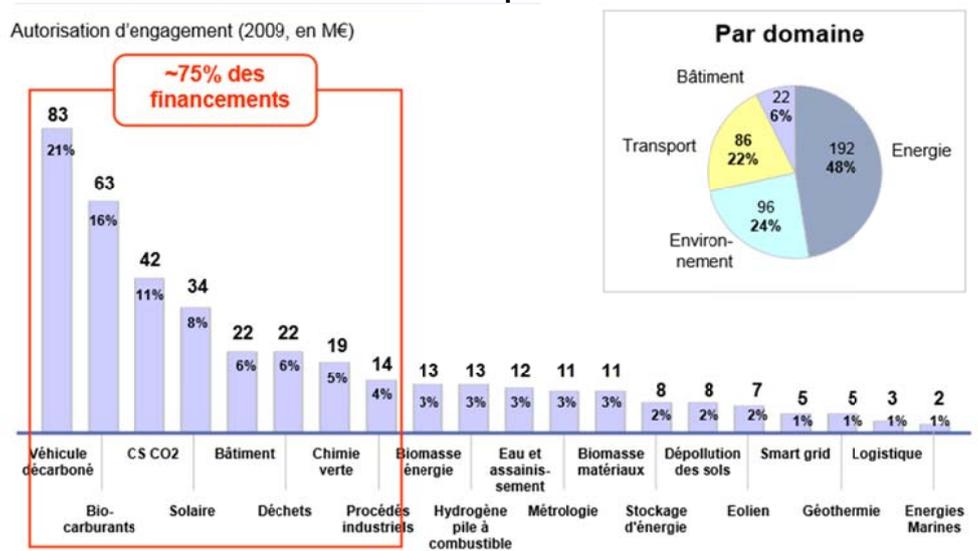
Au total près de 47 millions d'euros auront été alloués par l'ANR à 59 projets de recherche sur la thématique de la biomasse énergie entre 2005 et 2010 soit une moyenne annuelle de 7,8 millions d'euros et de 800 000€ par projet en moyenne.

La recherche sur les biocarburants a été un des principaux bénéficiaires de la politique publique de financement de la recherche.

Une étude du Cosei<sup>19</sup> sur le financement des filières vertes en France indiquait qu'en 2009 sur les 379 millions d'euros de financements publics versés au titre du soutien à la recherche et développement pour les filières vertes (y compris les financements européens du 7<sup>e</sup> PCRD), 50 % (129 millions) étaient destinés à la thématique énergie.

À cette date, les biocarburants concentraient 63 millions d'euros d'aide soit 49 % des filières énergies vertes, tandis que la biomasse énergie en recevait 10 % avec 13 millions d'euros.

**Fig. 11. Répartition des financements de recherche par filière et domaine**



Source : Cosei (comité stratégique des éco-industries), oct 2011

Enfin, l'Ademe par divers appels à projets de recherche favorise le développement de technologies visant à valoriser énergétiquement la biomasse avec par exemple les projets en cours :

- appel à propositions de recherche et développement sur les biotechnologies industrielles ;
- appel à manifestation d'intérêt recyclage et valorisation des déchets ;
- appel à manifestation d'intérêt : véhicule routier du futur : technologies, systèmes et mobilité ;
- appel à manifestation d'intérêt : stockage et conversion de l'énergie.

**Fig. 12. Près de 50 % des aides aux énergies vertes ont été attribuées aux biocarburants en 2009**



Photo © PSA, [www.bioenergie-promotion.fr](http://www.bioenergie-promotion.fr)

<sup>19</sup> « Le financement public de l'innovation dans les filières vertes », Cosei 2011

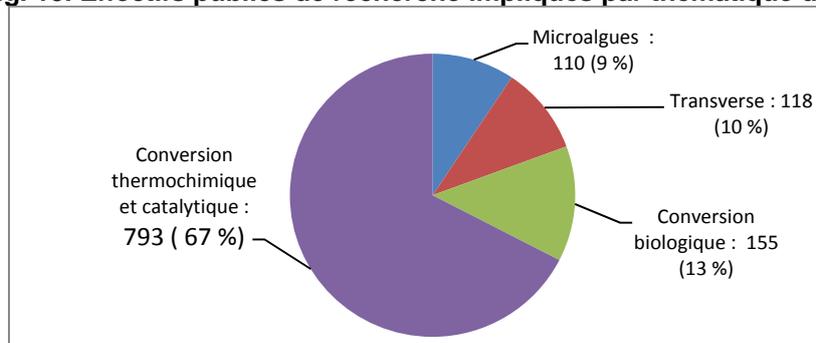
## 5.1 - Des effectifs de recherche publics relativement concentrés en Île-de-France et en Rhône-Alpes

Estimer les effectifs de recherche relève d'une gageure à moins de s'appuyer sur des recensements existants faits par les institutions concernées. C'est pourquoi nous ne traitons pas ici de la recherche privée au niveau national. Attention cependant, **ces résultats sont fragiles** et partiels notamment du fait de données hétérogènes et **surtout de l'absence d'information détaillée concernant différents acteurs dont le CEA** qui est un acteur majeur<sup>20</sup>.

Selon nos propres estimations<sup>20</sup> et avec les restrictions pré-cités, on compte environ 1 175 chercheurs et enseignants chercheurs et personnel permanent des laboratoires publics impliqués sur la thématique des bioénergies en France au sein de 62 institutions de recherche pour lesquelles cette thématique est prépondérante.

Parmi ces chercheurs, les deux tiers ont pour objet la voie thermochimique et catalytique, 13 % la voie biochimique et seulement 9 % se concentrent sur la thématique des microalgues avec une application directe pour les biocarburants de 3<sup>e</sup> génération. (voir graphique ci-dessous). Les compétences transverses portent essentiellement sur l'intégration de nouvelles technologies au domaine de l'énergie, ainsi que la connaissance et l'amélioration de la disponibilité de la ressource, *via* la sélection de souches, la génétique et les biotechnologies.

**Fig. 13. Effectifs publics de recherche impliqués par thématique des bioénergies**



Source : Traitement IAU îdf complété par un recensement CNRS ainsi que les laboratoires de l'Institut Carnot 3Bcar.

On constate une relative concentration géographique des effectifs de recherche.

Toutes thématiques confondues, trois régions concentrent à elles seules 70 % des effectifs français.

La région Île-de-France est la seconde région française avec un peu plus du quart des effectifs, derrière la région Rhône-Alpes avec plus du tiers puis la région Provence - Alpes - Côte d'Azur avec 9 %.

Cependant, rapportés aux poids de chacune des régions dans la recherche publique totale (effectifs de chercheurs), plusieurs régions apparaissent particulièrement spécialisées, notamment la région Champagne-Ardenne qui se distingue nettement avec un indice<sup>21</sup> de 8,3 mais avec cependant des effectifs faibles, la région Rhône-Alpes avec un indice de spécificité proche de 3 cumule quant à elle les plus importants effectifs de recherche dans ce domaine et un indice de spécificité élevé (voir carte page suivante).

<sup>20</sup> Il s'agit donc ici d'ordres de grandeur qui ne peuvent être considérés comme reflétant exactement la réalité de la recherche dans ce domaine. L'analyse par région proposée ici doit donc être considérée comme une tentative à approfondir par une investigation plus poussée.

Les documents de référence pour cette analyse sont : « cartographie des compétences CNRS et CPU domaine des bioénergies : conversion Thermochimiques et catalytiques », J. Lede, CNRS mai 2010 ; « enquête forces CNRS/CPU : GP1 énergies issues de la biomasse, sous-groupe Conversion biologique », C. Molina-Jouve ; « enquête forces CNRS/CPU : GP1 énergies issues de la biomasse, sous-groupe microalgues ».

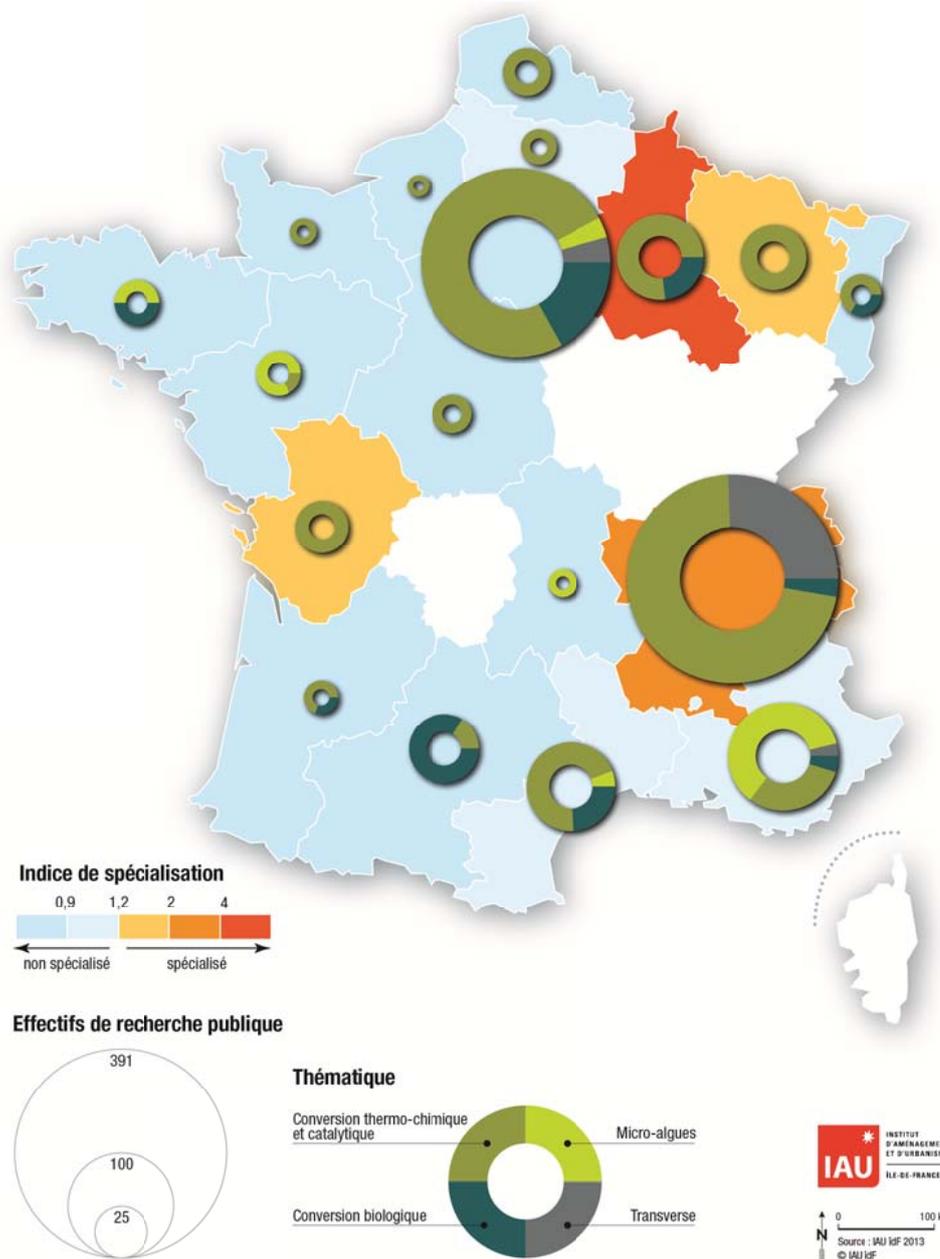
J. Legrand ; 3Bcar Bioénergies, biomolécules et biomatériaux du carbone renouvelable, Instituts Carnot.

<sup>21</sup> L'indice de spécialisation est le rapport entre le poids d'un indicateur (ici le poids des effectifs de recherche dédiés aux bioénergies) sur une zone géographique (ici la Région) et le poids de ce même indicateur sur une zone de référence (ici la France). Un poids supérieur à 1 indique une spécialisation par rapport à la moyenne nationale, plus l'indice est élevé et plus la spécialisation est marquée.

## 5.2 - Des spécialisations régionales marquées

Sur le champ de notre recensement, les régions Rhône-Alpes et Île-de-France dominent largement la **thématique thermo-chimique et catalytique** et concentrent à elles deux les deux tiers des effectifs nationaux, principalement du fait de l'activité de l'IFP-EN sur les biocarburants de 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> génération. La région Champagne-Ardenne qui abrite les activités de démonstration suit loin derrière en 3<sup>e</sup> position.

Carte 1 - Effectifs de recherche publique et indice de spécialisation dans les bioénergies



Dans le domaine de la **conversion biologique (méthanisation)**, la région Île-de-France est de loin la première région (45 % du potentiel national public) suivie par la région Midi-Pyrénées avec laquelle elle est liée par les activités de l'Inra au sein de l'Institut Carnot 3Bcar. Plus loin arrivent les régions Champagne-Ardenne (pôle de compétitivité IAR) et Languedoc-Roussillon qui abrite notamment le laboratoire référence mondiale en matière de méthanisation et qui constitue le 3<sup>e</sup> pôle de 3Bcar. Enfin la recherche publique sur les **microalgues** est particulièrement représentée en région PACA avec les deux tiers du potentiel national dans

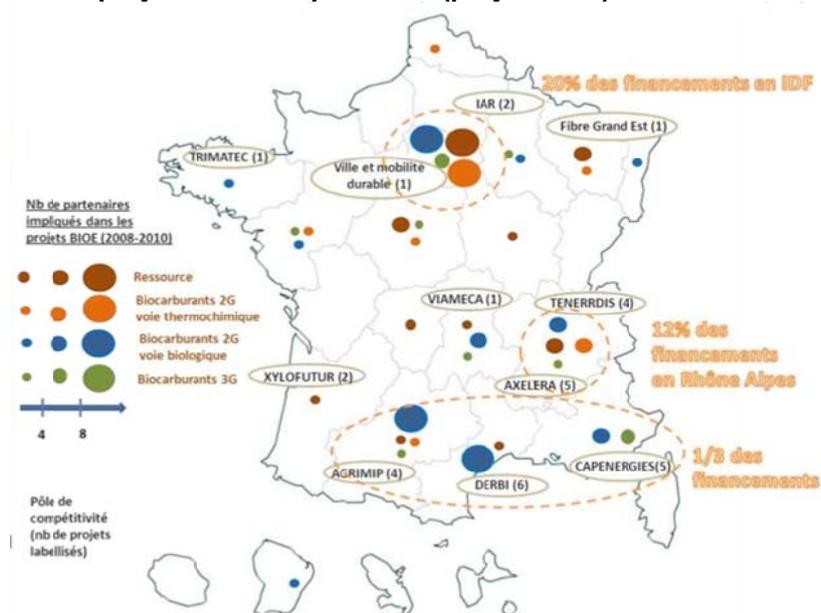
ce domaine ainsi qu'en région Pays de la Loire, Bretagne mais aussi Auvergne. En Île-de-France cette thématique est abordée de façon plus transversale notamment au sein des équipes du CEA de Saclay de la direction des sciences de la vie (DSV).

Dans cet ensemble, la région Île-de-France, seconde en masse derrière la région Rhône-Alpes sur cette thématique, n'apparaît pas spécialisée dans les bioénergies. Elle apparaît cependant comme étant relativement spécialisée dans le domaine de la conversion biologique, avec un indice de 1,33. La forte présence de l'Inra et ses activités liées aux biotechnologies vertes, c'est-à-dire l'adaptation des plantes, explique ce poids particulièrement important.

Enfin, bien que forte numériquement, la région-capitale n'est pas particulièrement spécialisée dans le domaine de la conversion thermochimique et catalytique (indice de 0,95) et apparaît peu présente sur la thématique microalgues.

La lecture par les projets financés par l'ANR (nombre de projets et nombre de partenaires impliqués) sur les cartes suivantes<sup>22</sup> nuance notre propos précédent et montre une région-capitale très présente sur l'ensemble des thématiques notamment sur les biocarburants de 3<sup>e</sup> génération. Elle confirme par ailleurs sa domination sur la thématique de la ressource grâce à l'activité de l'Inra et montre aussi une forte activité dans la voie thermochimique de seconde génération.

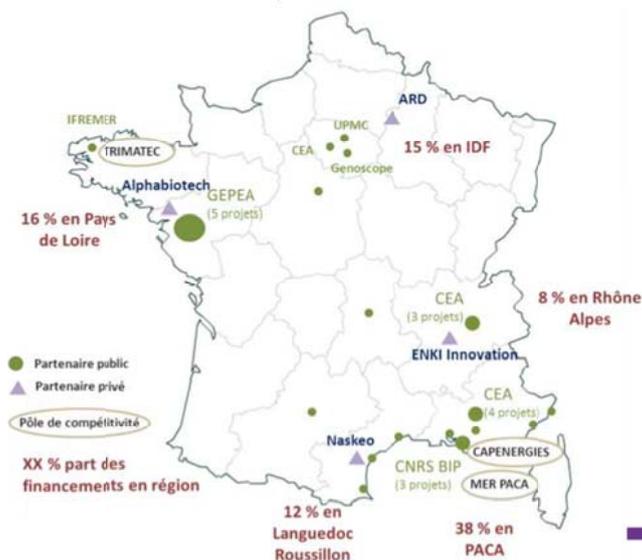
**Carte 2 - Localisation des projets financés par l'ANR (projet Bio-E) 2008-2010**



Source : ANR

<sup>22</sup> Source « Programmes Bioénergies Bio-E, bilan et perspectives scientifiques », ANR. <http://www.agence-nationale-recherche.fr/Colloques/Energies2012/presentations/plenieres/Bioenergies.pdf>

**Carte 3 - Équipes financées par l'ANR entre 2005 et 2010 dans le cadre de ses appels à projets PNRB ou Bio-E portant plus spécifiquement sur la 3<sup>e</sup> génération**



Source : ANR

La carte ci-dessus qui recense les équipes financées par l'ANR entre 2005 et 2010 dans le cadre de ses appels à projets PNRB ou Bio-E portant plus spécifiquement sur la 3<sup>e</sup> génération montre que l'Île-de-France, si elle n'est pas leader sur la thématique des microalgues a représenté durant cette période 15 % des financements de projets nationaux du fait notamment de son important potentiel en matière de génomique issu des laboratoires en propre du CEA et du Génomoscope qui dépendent aussi du CEA.

## **6 - La France des pôles de compétitivité, IEED et clusters actifs sur la thématique de la bioénergie**

La carte de France des pôles de compétitivité, IEED<sup>23</sup> et clusters actifs sur la thématique de la biomasse énergie recoupe globalement celle de la recherche publique malgré quelques différences comme en région Midi-Pyrénées, en Bretagne ou en Lorraine.

Si les clusters ont des vocations plus ou moins étendues, certains n'ayant pour objectif que de fédérer des offreurs de ressources comme le cluster bois et énergie du Fumelois, les pôles et les IEED qui leur sont associés sont très structurants pour l'avenir des différentes filières liées à la biomasse énergie.

On constate une forte domination de la thématique biocarburants, suivie par celle du biogaz. Si la valorisation énergétique déchets est abordée, ce n'est pas sous l'angle de l'incinération mais plutôt sous celui de leur valorisation en biogaz ou en biocarburants.

Sur les 22 régions métropolitaines, 11 accueillent de telles structures.

On peut distinguer deux zones dominantes :

- une zone sud-est avec les régions Rhône-Alpes, Languedoc-Roussillon et PACA ;
- un croissant ouest/nord-ouest qui s'étend de la Bretagne à la région Nord – Pas-de-Calais, en passant par les Pays de la Loire, le Centre, l'Île-de-France, la Champagne-Ardenne et la Picardie.

Le premier pôle est fortement marqué par la thématique biocarburants, de seconde génération et surtout de troisième génération, avec notamment le pôle mer PACA et surtout l'IEED Green stars qui lui est entièrement dédié et qui concentre l'essentiel des financements publics (120 M€) dédiés à la recherche sur les microalgues.

La partie Rhône-alpine offre une plus grande variété de thématiques en ciblant fortement celle du biogaz avec le pôle de compétitivité Tenerdis et notamment le projet de démonstrateur Gaya de GDF-Suez, mais aussi l'IEED IDEEL (Institut des énergies décarbonées et écotecnologies de Lyon). Plus au sud, le pôle de compétitivité Trimatec aborde la thématique du biogaz à travers la question de la filtration membranaire, tandis que Capenergies finance des projets de recherche sur la méthanisation.

Le second ensemble est plus diversifié : Sur la partie ouest, le pôle Mer Bretagne et le Blue Cluster ont une forte spécialisation dans la thématique des biocarburants obtenus à partir de ressources marines, alors que DREAM travaille sur la ressource biomasse. Les clusters Valbiom centre et In'énergie abordent la thématique biomasse parmi d'autres sans faire apparaître de spécificité.

Sur la partie nord-est, il faut surtout citer le pôle IAR avec de fortes compétences sur la thématique des agrocarburants de seconde génération, il collabore à des projets portant sur les carburants de 3<sup>e</sup> génération, auquel est associé l'IEED PIVERT à Compiègne qui mène des projets sur les biocarburants, le biogaz et la biomasse bois. De son côté, le cluster Biogaz Valley ambitionne de se positionner comme le cluster national de la méthanisation. Dans cet ensemble, l'Île-de-France abrite deux clusters plutôt généralistes, Durapôle et Novagreen, ainsi qu'un pôle de compétitivité, Advancity, qui aborde la thématique biomasse énergie de manière plus secondaire.

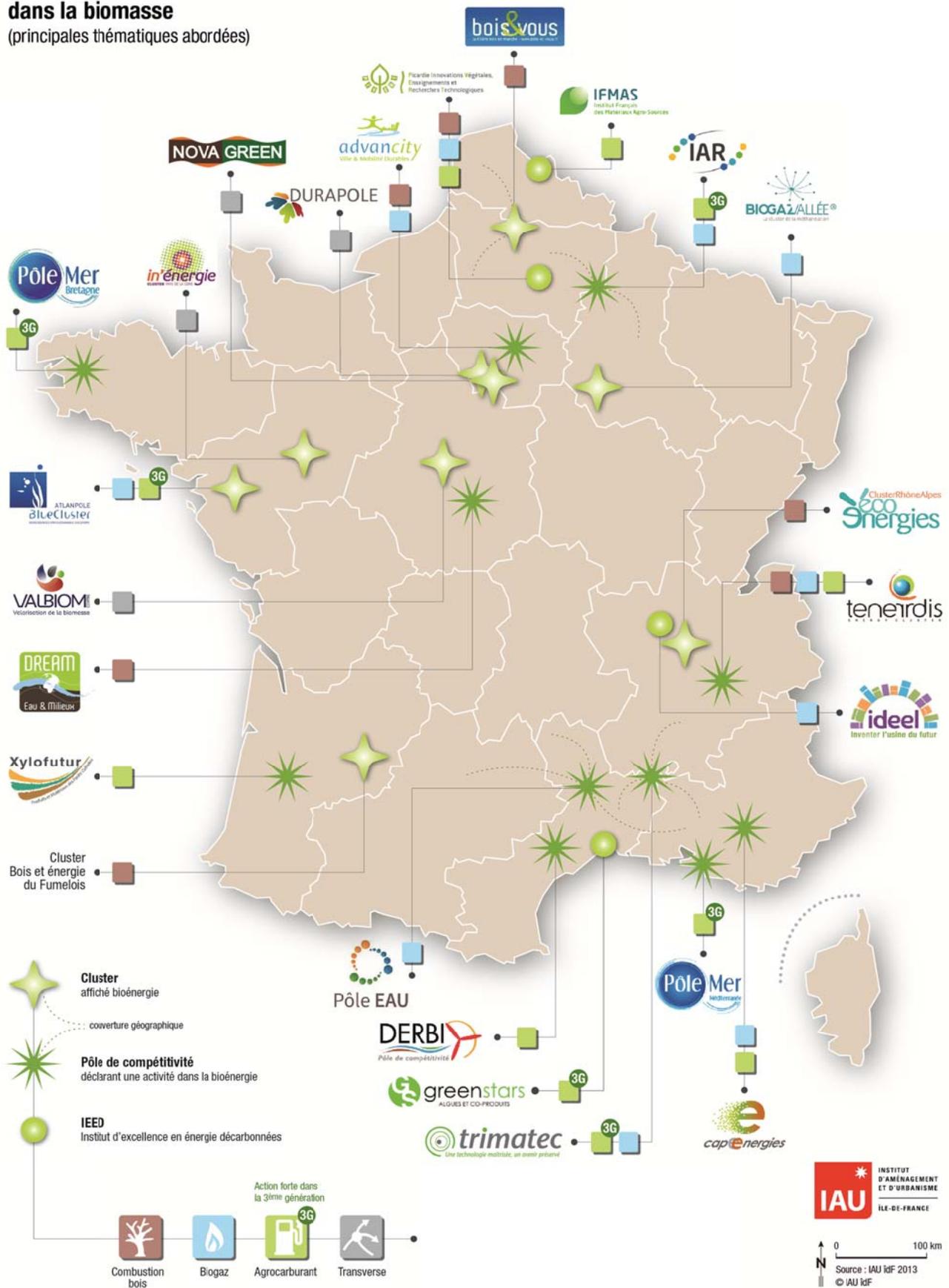
Enfin, l'Aquitaine apparaît sur cette carte à travers la thématique bois avec notamment la recherche de débouchés pour les déchets de l'industrie papetière dans la production de biocarburants.

---

<sup>23</sup> Institut d'excellence en énergie décarbonnée (IEED)

# Pôles et clusters dédiés ou actifs dans la biomasse

(principales thématiques abordées)



## Les pôles de compétitivité :



**IAR**, Industrie et agro-ressources (Picardie et Champagne-Ardenne). Ce pôle entièrement dédié à la thématique bioraffinerie aborde le sujet des bioénergies sous l'angle des biocarburants de 2<sup>e</sup> génération avec notamment son implication dans l'IEED PIVERT et de 3<sup>e</sup> génération avec son implication dans l'IEED Green Stars, ainsi que celle de la méthanisation. <http://www.iar-pole.com>



**Pôle mer Bretagne**. Parmi les 7 domaines d'action prioritaire figurent les ressources énergétiques marines au titre desquelles on compte les algues marines. Le projet Safeoil porté par le centre de recherche de Véolia Environnement teste en grandeur nature la culture d'algues au sein de bassins situés sur d'anciennes mines de kaolin désaffectées couvrant 50 ha. Il est aussi un partenaire de l'IEED Green Stars. <http://www.pole-mer-bretagne.com>



**DReam** (durabilité de la ressource en eau associé au milieu) est situé en région Centre. Il aborde la thématique biomasse à travers le projet TSAR qui a pour objectif de créer une offre de biomasse crédible et durable basée sur des cultures dédiées, taillis à courte rotation ou à très courte rotation (TTCR). Cette offre s'appuiera sur la valorisation de zones délaissées et l'utilisation d'effluents. <http://www.poledream.org>



**Advancity** est le pôle de compétitivité francilien sur la ville de demain dont un des projets collaboratifs (Biomass for the future) aborde la question des cultures dédiées à l'énergie et aux matériaux en partenariat avec le pôle IAR. Le projet analyse le potentiel offert par le miscanthus et le sorgho sous l'angle du développement de variétés adaptées aux usages attendus (génomique) ainsi qu'au développement de filières locales de production et de valorisation de biomasse lignocellulosique (dont combustion et méthanisation). Deux projets portent sur le thème de la méthanisation : Bioptime se penche plus particulièrement sur le prétraitement avant méthanisation, le projet Danac (Digestion anaérobie avancée) souhaite améliorer les rendements des méthaniseurs en prenant modèle sur le vivant pour mimer et recréer les conditions de digestion naturelles les plus performantes. <http://www.advancity.eu/>



**Tenerrdis** (Rhône-Alpes). Pôle dédié aux énergies renouvelables dont un des 6 domaines d'actions stratégiques porte sur la biomasse. Les thèmes principaux portent sur la mobilisation de la ressource, le procédé prétraitement et de conversion. Le pôle participe au financement de nombreux projets de R&D traitant de la biomasse :

- Gaya (GDF-SUEZ). Production de biométhane par gazeification de la biomasse
- Bambi (Leroux et Lotz). Brûleur innovant multibiomasse
- Foresee. Disponibilité de la biomasse par analyse LIDAR
- Precond. Conversion thermochimique de la biomasse lignocellulosique en vue de la production de bioénergies de types biocarburants par gazéification et synthèse ou raffinage pétrolier de biomasses liquides et chaleur et/ou d'électricité par combustion en chaudière.
- Mobipe. Mobiliser la biomasse forestière en zone de pente
- Inorganiques. Optimisation du procédé de gazeification
- Anapur. Analyse et purification des gaz de synthèse issus de la biomasse
- Anabio. Analyse environnementale et socio-technico-économique des filières de production d'énergie ex-biomasse)

Au total depuis 2005, 54 projets de R&D ont été financés par le pôle sur cette thématique pour un montant de 30 M€. <http://www.tenerrdis.fr>



**Pôle mer Méditerranée** dont la mission est le développement durable des économies maritimes et littorales aborde la thématique des bioénergies à travers son soutien à l'IEED Green Stars axé sur les biocarburants de 3<sup>e</sup> génération (microalgues). <http://www.polemermediterranee.com>



**Cap énergies** (PACA). Ce pôle travaille sur l'ensemble des thématiques énergies renouvelables au sein de 8 domaines d'actions dont la biomasse bioénergie. Au sein de ce domaine la composante biocarburant (2<sup>e</sup> et surtout 3<sup>e</sup> génération) est largement dominante à côté de composantes d'ampleurs plus limitées portant sur la méthanisation ou sur la combustion bois.

On compte ainsi de nombreux projets développés sur ces thématiques sur les 3 dernières années dont les plus emblématiques sont :

- Pour les biocarburants de 2<sup>e</sup> génération : Syndiese, démonstrateur Btl porté par la CNIM en vue de produire des biocarburants à partir de fibres lignocellulosiques ; Protagoras, gazéification par torche à plasma de biomasse et déchets pour produire du biocarburant.
- Pour les biocarburants de 3<sup>e</sup> génération : Salinalgues dédié à la production de microalgues en milieu salin à grande échelle et porté par la Compagnie du vent ; Algae Biomix démonstrateur de bioraffinerie de microalgues en vue de produire du biocarburant et porté par GDF-Suez, ou encore Diesalg production de diesel à partir de microalgues.
- Pour la méthanisation : Organics qui consiste à coupler méthanisation de déchets organiques et production de microalgues ; Agro Hythane production d'hythane par digestion anaérobie de biodéchets et valorisation agronomique des digestats.
- Pour le bois énergie : EBP, électro-brûleurs haute performance pour matières organiques.

<http://www.capenergies.fr>



**Derbi** (développement des énergies renouvelables dans le bâtiment et l'industrie), Languedoc-Roussillon. Le pôle est dédié à l'ensemble des ENR dont la biomasse qui représente 21 % des dépenses liées aux projets collaboratifs de R&D. Le pôle est notamment membre projet Salinalgues voir plus haut.

<http://www.pole-derbi.com/>



**Trimatec**. Ce pôle dédié aux ecotechnologies couvre les régions du Sud-Est de la France : Languedoc-Roussillon, PACA, Rhône-Alpes. Sa principale implication dans les bioénergies consiste dans la production et la valorisation de la biomasse algale avec le projet Salinalgues (voir plus haut). Il aborde aussi la thématique des biogaz à travers le développement de technologies séparatives et membranaires des gaz. <http://www.pole-trimatec.fr/>



**Xylofutur** produits et matériaux des forêts cultivées (Aquitaine). Ce pôle a pour thématique le bois et ses usages. Outre l'amélioration de la gestion de la forêt et de la récolte de bois, il traite de la recherche de nouveaux débouchés pour les produits annexes à l'exploitation forestière dont la valorisation en biocarburant des déchets des industries papetières. <http://www.xylofutur.fr/>



**Pôle Eau** Le **pôle eau**, localisé au sein des régions PACA, Midi-Pyrénées et Languedoc-Roussillon investit la thématique de la méthanisation à travers deux projets qu'il finance :

- le projet AdWastetoGas mené par Veolia environnement, il porte sur la gazéification de boues ;
- le projet Methanalyse porte sur le développement d'un analyseur en ligne multi-paramètres, destiné à équiper les méthanisateurs, pour apporter aux exploitants les informations nécessaires au pilotage de leurs installations. <http://www.pole-eau.com/>



Le pôle team<sup>2</sup> localisé en région Nord – Pas-de-Calais et labellisé en 2010 est spécialisé dans les technologies de recyclage et de valorisation des matières et matériaux. Ce pôle n'adresse pas le thème de l'énergie mais y participe indirectement par des recherches sur la caractérisation des déchets.



Pour mémoire, le pôle francilien et normand Mov'eo, consacré à l'automobile, a financé plusieurs projets portant sur les biocarburants au début de la décennie 2010. Cependant cette thématique ne figure plus parmi les projets lancés depuis 2010.

## **Les IEED**



**IFMAS**, Institut français des matériaux agro-sourcés (Nord – Pas-de-Calais). Sa vocation est de développer des matériaux innovants permettant la valorisation de matériaux agro-sourcés dont une des options porte sur les bioénergies. Cet institut sera doté à terme d'une capacité de 150 chercheurs.

[www.ifmas.eu](http://www.ifmas.eu)



**PIVERT** : (Picardie innovations végétales, enseignements et recherches technologiques) est un des instituts d'excellence dans le domaine des énergies décarbonées (IEED). Installé sur l'agglomération de la région de Compiègne (Picardie), il est le centre de recherche, d'innovation, d'expérimentation et de formation dans la chimie du végétal à base de biomasse oléagineuse : colza, tournesol, etc. Il réunira, pendant 10 ans, plus de 150 chercheurs. Le programme « Genesis » vise à développer de nouvelles pratiques culturales de la biomasse, des méthodes de prétraitement (fractionnement) plus efficaces, de nouvelles méthodes de catalyse et biocatalyse, la compréhension des métabolisme cellulaires des lipides et la mise en place du principe d'écologie industrielle autour des sites de production. <http://www.institut-pivert.com>



**IDEEL**, Institut des énergies décarbonées et écotechnologies de Lyon.

C'est l'institut dédié à l'usine du futur dont un des objectifs est le développement de nouvelles filières industrielles dont les bioénergies (méthanisation et gazeification). L'IEED revendique à terme une position de leader européen en constituant un pôle de compétences à visibilité mondiale sur la production de gaz renouvelable à partir de biomasse ciblé sur les procédés industriels et l'usine du futur.

Le programme « bioénergies » concerne les procédés de production d'énergie (gaz renouvelables) à partir de biomasse à partir des technologies suivantes : prétraitement de la biomasse et diversification de la nature de la biomasse (recyclés, déchets), production de gaz de synthèse par gazéification et production de biométhane de 2<sup>e</sup> génération, la méthanisation par voie biologique permettant de convertir la matière organique en un gaz riche en méthane.

<http://www.ideel-factory.fr>



**Green Stars** (Hérault) est un réseau ayant statut d'IEED porté par l'Inra et constitué par un ensemble de plateformes collaboratives qui rassemble tous les acteurs français de la filière de valorisation des microalgues soit 45 membres rassemblant 200 chercheurs, ingénieurs et techniciens (y compris ceux localisés en Bretagne ou en Pays de la Loire). L'objectif est de développer une vision industrielle de l'ensemble de la chaîne de production par des méthodes innovantes de bioraffinerie des microalgues. L'ambition de cet IEED est de créer un pôle de compétence sur les microalgues pouvant se classer parmi les trois premiers mondiaux dans ce domaine spécifique.

## Clusters affichant une thématique bioénergie<sup>24</sup> :



**Bois et vous.** La vocation de ce cluster est l'animation de la filière bois énergie en Picardie.

Il s'agit principalement de mettre en synergie les acteurs du bois énergie en mettant l'accent sur la structuration de la filière approvisionnement dans les régions Nord – Pas-de-Calais et Picardie.

<http://www.bois-et-vous.fr/interprofession-nord-picardie-bois/role-a-missions.html>



**Durapôle** (Île-de-France). Ce cluster issu des entrepreneurs fédère 50 entreprises œuvrant dans les domaines des éco-technologies avec pour ambition d'offrir une meilleure visibilité à cette filière et contribuer à sa structuration. Son action consiste en une mise en relation générant des échanges d'expérience ainsi que des projets collaboratifs spontanés. Parmi les thématiques abordées par les membres figurent l'énergie et la gestion des déchets. <http://www.durapole.org>



**Nova Green** (Île-de-France). Initié par le conseil général de l'Essonne, ce cluster qui rassemble entreprises et laboratoires de recherche a pour ambition d'accélérer le développement des acteurs de la filière. Son rôle est de favoriser les relations entre acteurs, diffuser la connaissance au sein de ses membres (transferts de technologies, bonnes pratiques et retours d'expériences), favoriser l'expérimentation sociétale sur les territoires. Le réseau se propose d'accompagner les adhérents dans leur développement : démarche d'innovation et de mise sur le marché ou dans la réponse aux appels à projets. animateur du pôle de compétence nationale sur les résidus valorisables, Nova Green est aussi porteur d'un projet de plateforme d'essai et de démonstration Sud Essonne pour la transformation des résidus valorisables en énergie et matière qui a pour vocation d'être un équipement structurant pour la filière.

[www.nova-green.org](http://www.nova-green.org)



**Biogaz Vallée** (Troyes) est le seul cluster français entièrement dédié à la méthanisation : L'association s'est donnée pour mission de fédérer, d'animer et de soutenir la filière industrielle et scientifique de la méthanisation. Son action se déroule sur 4 axes : industrie et recherche appliquée, développement de la filière et de l'entrepreneuriat, la communication et le partage des connaissances ainsi que la formation. Sur le premier axe, les projets d'implantation d'un laboratoire commun de services d'analyses et de tests complets semi-industriels, d'un ensemble de plateformes de démonstration comprenant des pilotes de 1 m<sup>3</sup> à 5 m<sup>3</sup> et un pilote pré-industriel ouvert et collaboratif de grande taille (60 m<sup>3</sup>), doivent conduire à créer une dynamique locale forte.

<http://www.biogazvallee.eu/>



**Valbiom** (Centre). Créé en 2006 et labellisé grappe d'entreprises depuis 2011, le réseau VALBIOM Centre fédère les entreprises industrielles et agricoles ainsi que les laboratoires et centres de recherche travaillant dans le domaine de la valorisation de la biomasse en région Centre afin d'atteindre une taille critique et gagner en visibilité. Son action s'articule autour de 3 axes : sensibilisation, détection de projets, mise en relation entre acteurs industriels ou de la recherche. <http://www.valbiom.fr>



**Cluster' In Energie Pays de la Loire.** Créé en 2009, le cluster a pour ambition de mettre en synergie les acteurs des ENR : industrie, recherche, formation et collectivités publiques. La thématique biomasse est affichée sans réelle précision, hormis celle des biocarburants de 3<sup>e</sup> génération à travers l'Atlanpôle Blue Cluster qu'il abrite.

---

<sup>24</sup> Cette liste est issue d'une recherche internet à partir des mots clés suivants : cluster, biomasse, bioénergie, bois, biogaz, biocarburant.



**Atlanpole Blue Cluster** (Nantes). L'objet de ce cluster est la valorisation des coproduits de la mer, notamment en énergie. Pour cela le cluster soutient le développement de démonstrateurs (défi- $\mu$ Alg démonstrateur de production industrielle de microalgues) avec une forte orientation sur le thème des biocarburants de 3<sup>e</sup> génération. Le cluster vise la création d'un institut des microalgues à Nantes qui serait le premier du genre en France. Par ailleurs, il participe à la création d'une plate-forme technologique régionale sur les micro algues de marais salants qui s'appuiera sur les compétences de l'IFREMER et ayant pour mission d'identifier et qualifier les différentes espèces présentes ainsi que de former des techniciens. <http://www.atlanpolebluecluster.com/>



**Eco énergies Rhône-Alpes** est un cluster labellisé grappe d'entreprises en 2010 qui est essentiellement orienté vers le bâtiment durable. Il rassemble des acteurs économiques œuvrant dans ce domaine parmi lesquelles trois entreprises produisant des matériels pour énergie biomasse. Le cluster est membre du pôle TENERDIS. <http://www.ecoenergies-cluster.fr/>

- CLUSTER BOIS ET ENERGIE DU FUMELOIS (47) dont la mission consiste à identifier et mettre en relation les professionnels du bois intervenant dans la gestion et la mobilisation de la ressource forestière.



**Cluster pour la Vallée de l'Énergie**. Ce cluster en voie de labellisation et situé en Franche-Comté regroupe 35 industriels dont Alstom et GE Energy, Converteam, Leroy-Somer, qui comptent parmi les leaders mondiaux des équipements dédiés au secteur de l'énergie. Ce cluster n'est pas spécifique aux énergies renouvelables et encore moins aux bioénergies. Cependant, à travers leurs principaux sites de production et de sites d'ingénierie, la présence des poids lourds mondiaux qui équipent notamment les centrales thermiques et les usines d'incinération milite pour faire figurer ce cluster dans notre liste. <http://www.vallee-energie.com>

### **Conclusion sur la place de l'Île-de-France concernant la R&D les pôles et clusters :**

Si l'Île-de-France abrite des effectifs conséquents qui la placent première voire seconde en France suivant les thématiques liées aux bioénergies, elle est cependant peu visible, notamment si l'on regarde la carte des pôles de compétitivité, IEED et clusters affichant la thématique des bioénergies.

Toutes les structures franciliennes qui affichent la thématique des bioénergies : clusters ou pôles de compétitivité, l'abordent dans son ensemble sans réellement cibler un marché spécifique. De plus, elle est souvent incluse au sein d'une thématique plus large.

Ainsi, en Île-de-France Advancity cite le biogaz et la biomasse mais n'est pas centré sur ces questions. Mov'Eo après avoir investi le sujet ne finance plus de recherche sur ce thème depuis 2010. Deux clusters existent qui abritent des entreprises actives dans les bioénergies mais leur affichage est assez généraliste. Enfin on n'identifie pas de grand projet sur le territoire, qui fédère les énergies comme en PACA autour des biocarburants de 3<sup>e</sup> génération, en région Champagne-Ardenne autour du biogaz ou autour des carburants de seconde génération. Enfin, l'Île-de-France n'accueille aucun IEED spécialisé sur ce domaine.

Le cluster Novagreen, avec une volonté d'orientation forte sur la valorisation énergétique des déchets, constitue potentiellement le seul élément de différenciation sur une thématique assez peu abordée au sein d'autres structures en France.

En effet, sur la question de la valorisation énergétique des déchets nous n'avons pas identifié en France de cluster affichant prioritairement ce thème. Seuls deux clusters abordent ce thème parmi d'autres :

- Atlanpôle Blue Cluster qui est uniquement centré sur la question des coproduits et déchets des produits de la mer ;
- le pôle de compétitivité Team<sup>2</sup> implanté dans la région Nord – Pas-de-Calais qui traite de la question de la valorisation matière mais qui n'a pas pour objet la valorisation énergétique.

**La thématique des déchets et de leur valorisation** est embryonnaire au sein du cluster francilien Novagreen. À ce titre, **il semble que cela soit une initiative à soutenir en tant que voie de différenciation pour l'Île-de-France** dans le domaine des bioénergies et qui fait sens étant donné la présence d'acteurs d'envergure mondiale et l'important gisement de déchets en Île-de-France disponible sur une zone relativement concentrée.

## **II<sup>e</sup> partie. La filière bioénergie en Île-de-France<sup>25</sup> :**

### **Analyse par segments de marché**

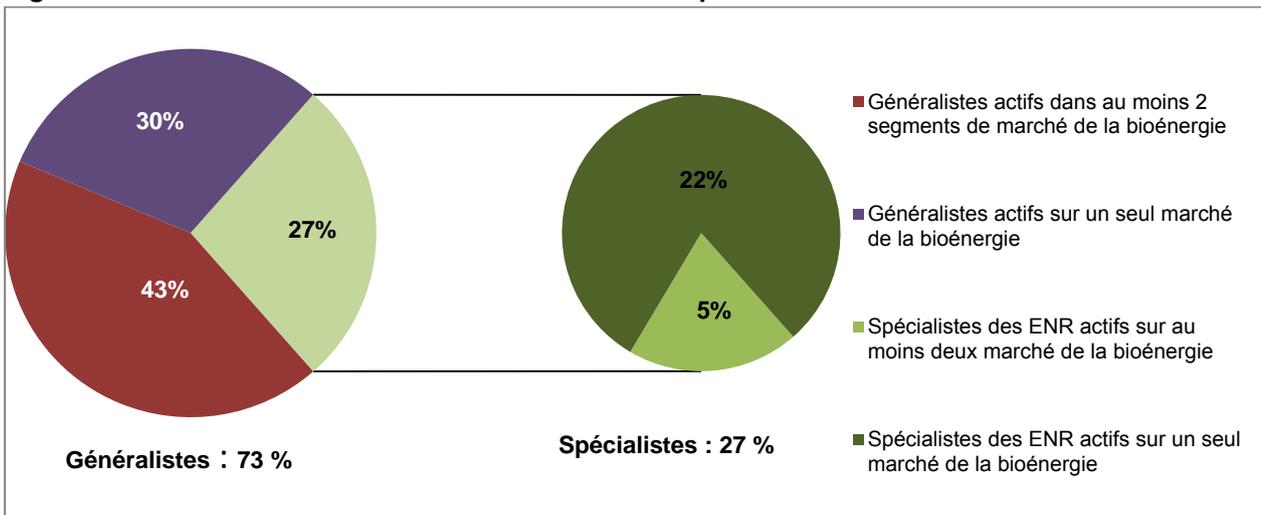
---

<sup>25</sup> Voir note méthodologique en annexe concernant l'origine des données présentées ici et leurs limites.

# Bref portrait statistique des acteurs identifiés

☞ **La filière biomasse énergie francilienne : environ 260 établissements employant près de 25 000 personnes.** Cependant, pour l'essentiel des acteurs de la filière, la bioénergie et les ENR en général ne sont qu'une fraction de leur activité. Ainsi près des  $\frac{3}{4}$  des acteurs de la filière francilienne (189 établissements qui rassemblent 95 % des effectifs) sont des généralistes<sup>26</sup> qui investissent un ou plusieurs marchés de la bioénergie, tandis que seuls 27 % des établissements peuvent être considérés comme des spécialistes des ENR adressant fortement le marché des bioénergies. **Ces spécialistes franciliens des bioénergies emploient au total 1 160 personnes.**

Fig. 14. Part des établissements selon leur niveau de spécialisation dans les ENR



Source : traitement IAUF îdF

On peut ainsi aisément comprendre à la lumière de ces premiers éléments qu'il n'est pas possible de retenir le chiffre de 25 000 emplois comme étant représentatif de la filière bioénergie en Île-de-France et qu'à contrario on peut sans risque affirmer que **la filière bioénergie compte au minimum 1 160 emplois dans la région.**

Les filières incinération (95 % de généralistes, 5 % de spécialistes ENR) et biocarburants (86 % de généralistes, 14 % de spécialistes ENR) sont proportionnellement très investies par des généralistes. De leur côté, les filières biogaz et combustion biomasse comptent proportionnellement plus de spécialistes des ENR avec respectivement 22 % et 24 %<sup>27</sup> dont 15 % sont des spécialistes exclusifs de ces marchés.

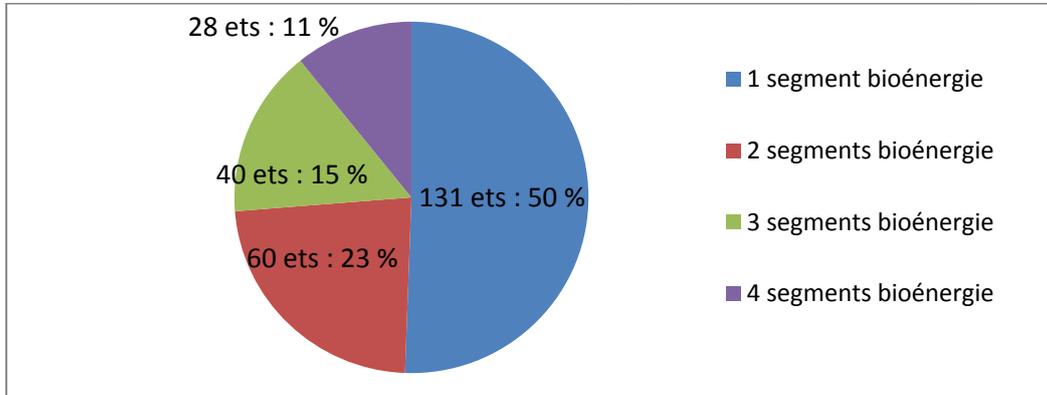
<sup>26</sup> Nous définissons ici les généralistes comme étant des acteurs qui investissent d'autres marchés à côté des ENR et qui sont actifs dans la bioénergie. A contrario les spécialistes des ENR n'investissent que le marché des ENR dont les bioénergies.

<sup>27</sup> Le fait que la part des généralistes soit systématiquement supérieure à l'ensemble des marchés de la biomasse tient au fait que la déclinaison par segment de marché des bioénergies conduit à des comptages multiples, une même entreprise pouvant investir plusieurs marchés des bioénergies. De ce fait, les généralistes qui investissent plusieurs marchés des ENR tendent à être surreprésentés dans chaque segment de marché. C'est le cas pour chaque analyse par segment comparée à l'ensemble des bioénergies.

☞ **Les acteurs de la filière bioénergie abordent en moyenne 2 segments de marché des bioénergies.**

Environ 50 % des établissements actifs dans la filière bioénergie ne sont présents que sur un seul des 4 segments de la bioénergie (biogaz, biocarburants, incinération déchets et biomasse bois), tandis que l'autre moitié adresse 2 marchés et plus. C'est sur les segments biogaz et biomasse bois que la proportion d'acteurs n'adressant qu'un seul marché des bioénergies est la plus forte (autour de 35 % chacun).

**Fig. 15. Nombre d'établissements suivant le nombre de segments de marché bioénergies investis**



Source : Traitement IAU îdf

Près de 11 % des acteurs (28 établissements) sont présents sur les 4 segments des bioénergies.

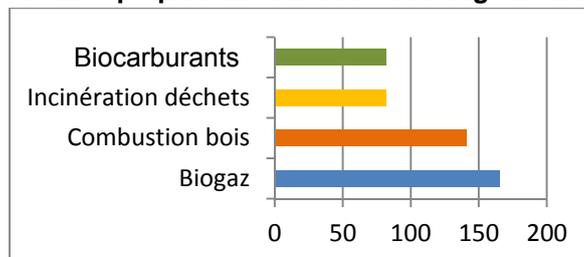
Ce sont essentiellement des fournisseurs industriels (fournisseurs de pompes, de systèmes de filtration, d'électronique et de systèmes de contrôles commande) dont les produits sont polyvalents et non spécifiques aux ENR. On compte aussi dans cette catégorie six bureaux d'études technologiques généralistes.

Une lecture par segment de marché fait apparaître que près de 50 % des entreprises qui investissent le segment des biocarburants sont actives dans l'ensemble des segments des bioénergies car les bureaux d'études généralistes et les fournisseurs de sous-ensembles polyvalents y sont nombreux. *A contrario*, le segment de la combustion biomasse est relativement plus investi par des spécialistes de ce segment. Les acteurs de l'incinération n'ont pas que ce seul marché pour activité et ils abordent souvent deux marchés et plus des bioénergies. Enfin dans le segment du biogaz, on observe une forte dualité entre, d'une part, près de 40 % de spécialistes du biogaz et, d'autre part, près de 40 % d'acteurs qui se positionnent sur l'ensemble des segments des bioénergies.

☞ **Les segments du biogaz et de la biomasse bois comptent le plus grand nombre d'établissements.**

On compte un plus grand nombre d'établissements impliqués sur les marchés du biogaz et de la combustion bois (respectivement 166 et 142) comparé aux marchés de l'incinération des déchets et des biocarburants (84 et 91). Cela tient au fait que les deux premiers sont en phase de croissance avec relativement plus de petites structures, tandis que les deux autres marchés sont matures. Ces derniers ont dépassé la phase d'équipement, avec proportionnellement plus de grands groupes et une structure de marché plus oligopolistique<sup>28</sup> issue de phases de concentrations particulièrement marquées pour l'incinération des déchets.

**Fig. 16. Nombre d'établissements impliqués dans chacun des segments de marchés de la bioénergie**



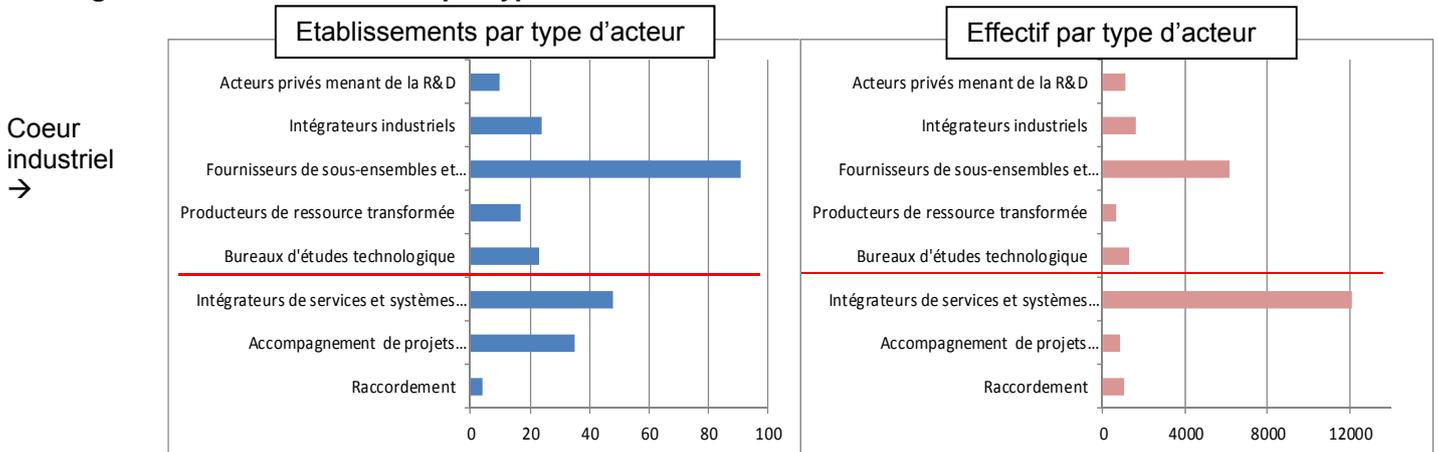
Source : traitement IAU îdf

<sup>28</sup> Un marché oligopolistique est un marché tenu par un nombre très restreint d'acteurs.

☞ **La filière par type d'acteurs : les industriels représentent la majorité des établissements...**

Nous avons tenté de classer l'ensemble des établissements de la filière selon leur positionnement dans la chaîne de valeur<sup>29</sup>. Il apparaît que les établissements correspondant au cœur de la filière industrielle (voir Fig.1 page 7) sont majoritaires dans notre recensement (66 % du total) mais ils ne représentent que 44 % des effectifs alors que l'amont et l'aval de la filière qui ne représentent que 34 % des établissements emploient 56 % des effectifs. Il faut, d'autre part, faire remarquer que notre recensement exclut les sites d'exploitations ce qui renforce ici le poids relatif du cœur de la filière.

**Fig. 17. La filière francilienne par type d'acteur**



Source : IAU îdf

Les établissements correspondant aux « intégrateurs de services et de systèmes » et au « raccordement réseaux » sont relativement importants en effectifs du fait qu'il s'agit à la fois pour beaucoup de grands groupes (notamment de services d'utilité publique) qui de surcroît ont leur siège en Île-de-France. Ces acteurs emploient 12 000 personnes au sein de leurs établissements franciliens.

Comme on l'a vu précédemment les fournisseurs de sous-ensembles et les bureaux d'études technologiques sont les plus polyvalents, ce qui explique leur large implication dans la filière des bioénergies. Ces acteurs emploient respectivement plus de 6 000 et plus de 1 000 personnes dans leurs établissements.

Les « acteurs privés menant de la R&D sur les bioénergies » n'interviennent pas directement dans la chaîne de valeur. Il s'agit principalement de grands groupes qui sont des utilisateurs finaux de ces bioénergies. On retrouve ici principalement les établissements de recherche des constructeurs automobile et aéronautique et leurs effectifs estimés dédiés à la thématique des biocarburants qui restent là aussi probablement surévalués.

Au sein des bioénergies, le marché du biogaz a pour spécificité d'avoir une plus forte proportion de services d'accompagnement des projets et d'acteurs proposant des offres clé en main, offres qui émanent de nombreux bureaux d'études et sociétés technologiques.

<sup>29</sup> Nous avons tenté de classer chaque établissement dans une catégorie suivant son positionnement dans la chaîne de valeur, afin d'évaluer la nature de la filière francilienne. Chaque acteur étant classé selon le plus haut niveau qu'il occupe dans la chaîne de valeur. Ainsi un industriel qui se positionne comme intégrateur mais est aussi un fournisseur de sous-ensembles sera classé parmi les intégrateurs industriels, un bureau d'études technologiques qui propose des offres clé en main sera classé dans « intégrateur de services et systèmes »... Ce classement est largement perfectible à la fois parce que la frontière entre catégories est parfois ténue et que suivant les marchés adressés le positionnement peut-être différent. En annexe I p195 figurent les détails méthodologiques de la constitution du fichier. Une carte format A3 localisant les acteurs par leur place dans la chaîne de valeur est présentée en annexe P 204.

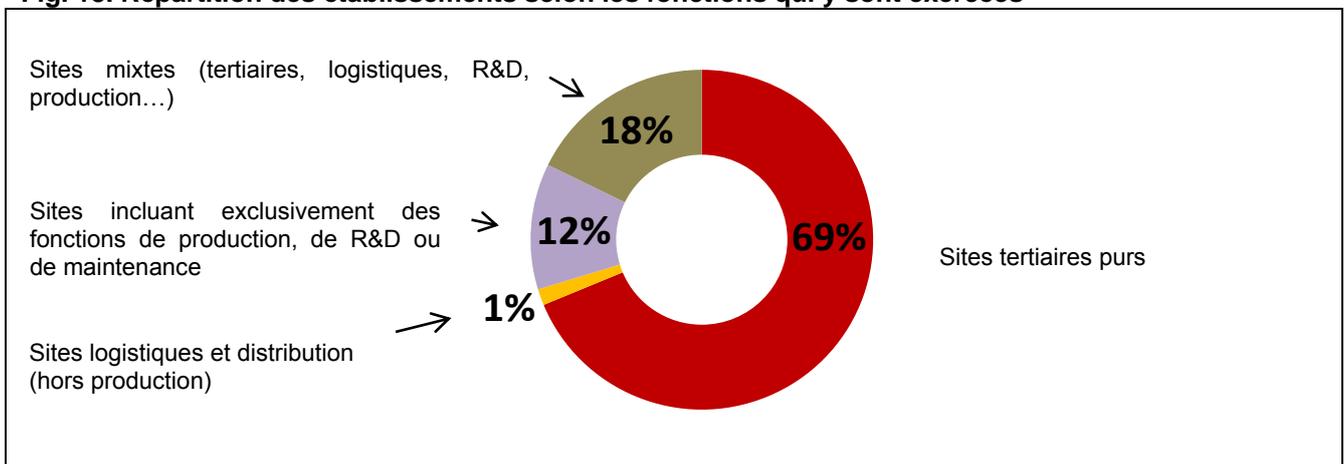
☛ **Les fonctions : Peu de sites de production, surtout des établissements de type tertiaire.**

Nous avons tenté de définir quelles étaient les fonctions principales abritées au sein de chaque site identifié afin de mieux caractériser les activités réellement menées en Île-de-France par les acteurs de la filière.

Une remarque s'impose en premier lieu : comme il n'existe pas une codification des établissements par fonction, ce travail de caractérisation alimenté à partir de données recueillies selon diverses sources est forcément incomplet, au moins partiellement inexact et une fois de plus la frontière entre fonctions est délicate à tracer tout comme de savoir quelle est la fonction dominante en cas de site multifonctionnel. Néanmoins certaines fonctions ont été explicitées en plus de la fonction principale, ce qui occasionne des doubles comptes et explique pourquoi les résultats présentés ci-dessous conduisent à une somme d'établissements supérieurs à 259 (voir note de bas de page)<sup>30</sup>.

Ces limites étant posées on peut affirmer que la filière bioénergie francilienne a sans surprise une forte composante tertiaire avec 178 établissements (69 %) n'abritant que des fonctions tertiaires (majoritairement de siège, de bureau d'études ou de bureau commercial), tandis que 12 % des établissements (31) abritent exclusivement des fonctions de type industrielles (production, de R&D ou de maintenance et réparation), enfin 4 abritent exclusivement des fonctions logistiques (en dehors des sites de production qui en disposent forcément pour leur approvisionnement et la distribution des productions). Enfin 46 sites (18 %) sont mixtes et abritent des fonctions tertiaires avec d'autres types de fonctions (logistique, productives dont R&D).

**Fig. 18. Répartition des établissements selon les fonctions qui y sont exercées**

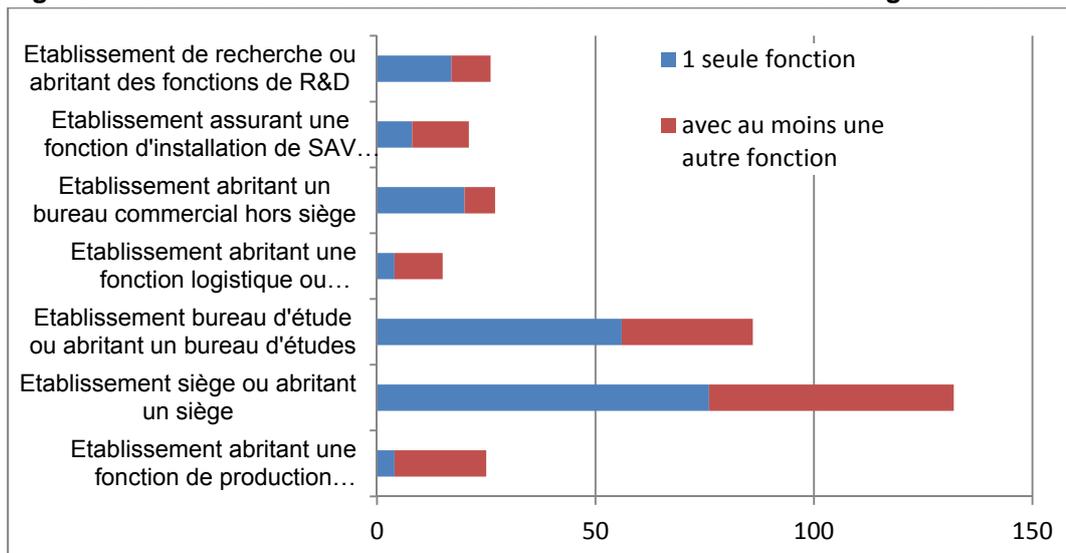


Source : IAU îdf

Si l'on adopte une lecture multifonctionnelle des sites (voir figure ci-contre), la prééminence de la fonction de siège devient évidente puisque 133 établissements sont au moins un siège dont plus de la moitié à cette unique fonction.

<sup>30</sup> Par ailleurs, nous sommes partis du principe que certaines fonctions étaient de fait incluses au sein d'autres fonctions. Par exemple les fonctions commerciales sont presque toujours incluses dans un siège et ne sont donc pas explicitées pour ce type d'établissement, par ailleurs un site de production abrite nécessairement une fonction logistique pour approvisionner le site en matières premières et produits intermédiaires puis pour acheminer la production vers leur destination (autres sites de production ou sites de distribution). Enfin, nous avons explicité certaines fonctions quand bien même elles ne semblaient pas dominantes sur le site car elles nous semblent importantes à valoriser : fonctions de production, fonctions de R&D, fonctions logistiques (hors site de production), fonctions liées à la maintenance et à la SAV, fonctions de bureau d'études. Ainsi nous estimons que 71 établissements de notre recensement sont multifonctionnels et abritent une ou plusieurs de ces fonctions. Voir la note méthodologique en fin d'étude.

**Fig. 19. Lecture fonctionnelle des établissements de la filière bioénergie francilienne**



Source : traitement IAU îdF

On constate que les établissements multifonctionnels abritant une fonction siège abritent plus fréquemment des fonctions de bureau d'études ainsi que des fonctions de production, cas fréquent chez les fournisseurs industriels de sous-ensembles qui disposent de peu de sites et tendent à regrouper leurs activités.

La fonction de bureau d'études est la seconde la plus répandue parmi les établissements recensés, il s'agit surtout d'établissements ayant uniquement cette activité, les sites multifonctionnels abritant des bureaux d'études sont très majoritairement associés à une fonction de siège.

Les sites logistiques et de distribution en gros sont relativement les moins nombreux et sont souvent associés à des fonctions de bureau commercial ou de SAV/maintenance et réparation.

De leur côté, les bureaux commerciaux sont, relativement parlant, les sites les plus monofonctionnels.

Les fonctions de SAV/maintenance sont souvent associées à des fonctions de siège.

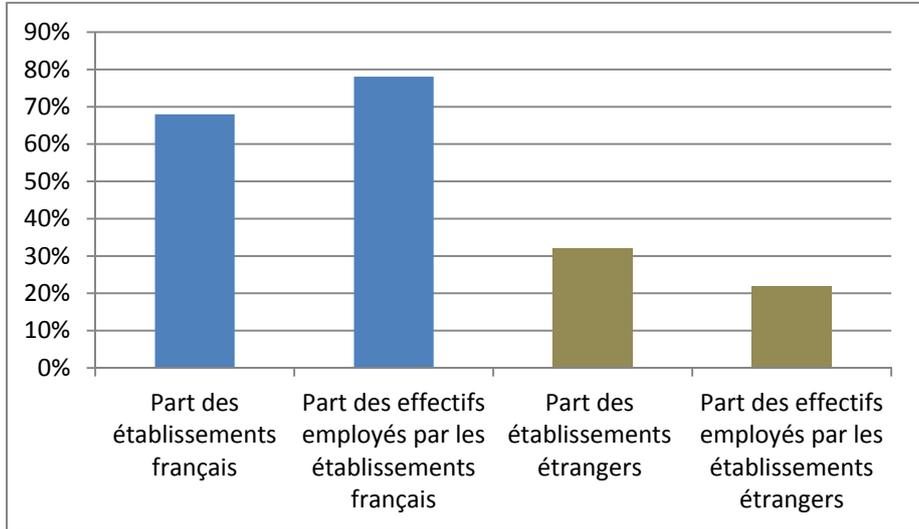
Les sites abritant de la R&D sont majoritairement des centres de R&D dont c'est l'activité principale, en cas d'activités multiples, ils sont presque exclusivement associés à un siège.

Enfin, parmi les 25 sites abritant de la production, 5 ont cette seule fonction, les 20 autres sont associés à d'autres fonctions, dont pour 17 cas des sièges. Il s'agit pour la plupart de fournisseurs industriels qui abritent sur un même site leur siège et plusieurs fonctions dont leur production s'ils en ont. Ces 25 sites abritant de la production emploient au total près de 1 500 personnes.

☛ **Une forte représentation des étrangers notamment parmi les fournisseurs de sous-ensembles**

On compte 176 établissements relevant de groupes de nationalité française contre 83 liés à des groupes étrangers. Cette part d'établissements étrangers (32 %) est relativement importante comparé à la proportion d'établissements industriels étrangers présents en Île-de-France (6,1 %) <sup>31</sup>.

**Fig. 20. Part des établissements français et étrangers et leurs effectifs**



Source : traitement IAU îdF

Les établissements étrangers sont particulièrement nombreux parmi les fournisseurs de sous-ensembles (60 % du total dont 18 % pour les établissements liés à des groupes états-uniens et 16 % liés à des groupes allemands) et dans une moindre mesure les intégrateurs industriels (33 % dont 20 % sont allemands).

Parmi les segments de marché de la bioénergie les plus investis par les groupes étrangers on trouve les biocarburants (46 % d'étrangers), le biogaz (41 %), tandis que la combustion de biomasse est relativement moins investie avec 28 %.

<sup>31</sup> 868 établissements sur les 14 144 établissements franciliens relevant d'un code d'activité industriels (codes NAF en 88 postes de 05 à 33) ont un actionariat majoritairement étranger.

**La suite de cette partie sera consacrée à l'analyse approfondie de chacun des segments de marchés identifiés au sein de 3 chapitres :**

- 1) La biomasse valorisée thermiquement avec la biomasse bois et l'incinération des déchets**
- 2) Le biogaz : récupération du biogaz de décharge et méthanisation**
- 3) Les biocarburants**

# 1 - La valorisation thermique de la biomasse

Première utilisation humaine, la biomasse utilisée pour sa chaleur directe se présente principalement sous forme solide. Elle se compose essentiellement du bois et de ses sous-produits : sous-produits non valorisables de la forêt, de l'industrie du bois, bois de tailles urbaines, mais aussi des résidus agricoles (paille) des déchets de bois issus de l'activité humaine (résidus de bois mobilier, palettes...). Elle inclut aussi l'ensemble des déchets, qui font l'objet d'une incinération et qui ne sont pas à proprement parler une ressource durable mais un produit fatal de l'activité humaine.

À cette liste il faut désormais ajouter les cultures énergétiques dédiées qui restent encore marginales (voir encadré p12). La chaleur ainsi produite peut soit être utilisée directement en tant que telle soit indirectement seule ou en cogénération pour produire de l'électricité (cf fig. 3 page 10).

En France le bois énergie représente 84 % de la production de chaleur à partir de la biomasse solide, loin devant les déchets urbains renouvelables<sup>32</sup>. On constate cependant une forte progression de la valorisation finale électrique des déchets, principalement par cogénération, tandis que la valorisation thermique seule régresse.

Tab.13. Production électrique et thermique issue de la biomasse solide en France

	2005	2005	2009	2009	2010	2010	2011 (1)	2011 (1)
Métropole	élec. en GWh	therm.en ktep						
<b>Bois énergie</b>	1 254	8 572	1 234	8 997	1 443	10 229	1 558	8 873
<b>Déchets urbains solides (*)</b>	1 047	1 642	2 024	1 169	2 100	1 222	2 213	1 252
<b>Résidus de récoltes</b>	327	259	373	513	349	472	344	477
<b>Total</b>	<b>2 628</b>	<b>10 473</b>	<b>3 631</b>	<b>10 679</b>	<b>3 892</b>	<b>11 923</b>	<b>4 115</b>	<b>10 602</b>

Source : DGEMP, base Pégase 2012, \* fraction renouvelable seule, (1) provisoire,

Les technologies utilisées pour la combustion sont assez conventionnelles et vont de la cheminée traditionnelle à la chaufferie industrielle en passant par le poêle à bois ou les incinérateurs de déchets.

**Pour ces équipements il existe fondamentalement deux enjeux :**

- l'enjeu de la **performance énergétique** à savoir des appareils capables de restituer le plus d'énergie avec la même quantité de matière ;
- l'enjeu de la **pollution de l'air** sous forme de particules.

À ces enjeux directement liés aux matériels il faut ajouter celui de la **disponibilité de la ressource** et des **conditions de sa mobilisation**, d'un point de vue économique mais aussi d'un point de vue **environnemental**.

Un dernier enjeu est lié à l'**aménagement et au projet de territoire**. En effet, les projets de chaufferie biomasse nécessitent une importante mobilisation de ressource qui doit s'effectuer dans un rayon le plus restreint possible afin de garantir un équilibre économique au modèle ainsi qu'un bilan environnemental positif. De même, en lien avec la nécessaire rentabilité économique de tels projets et d'efficacité il s'avère nécessaire de créer des **réseaux de chaleur** au moins pour les plus gros projets, afin de distribuer la chaleur produite et la valoriser, c'est notamment le cas pour les incinérateurs de déchets.

La suite de ce chapitre se développera en deux sous parties :

- la première, portant sur le bois énergie ;
- la seconde sur l'incinération des déchets ménagers.

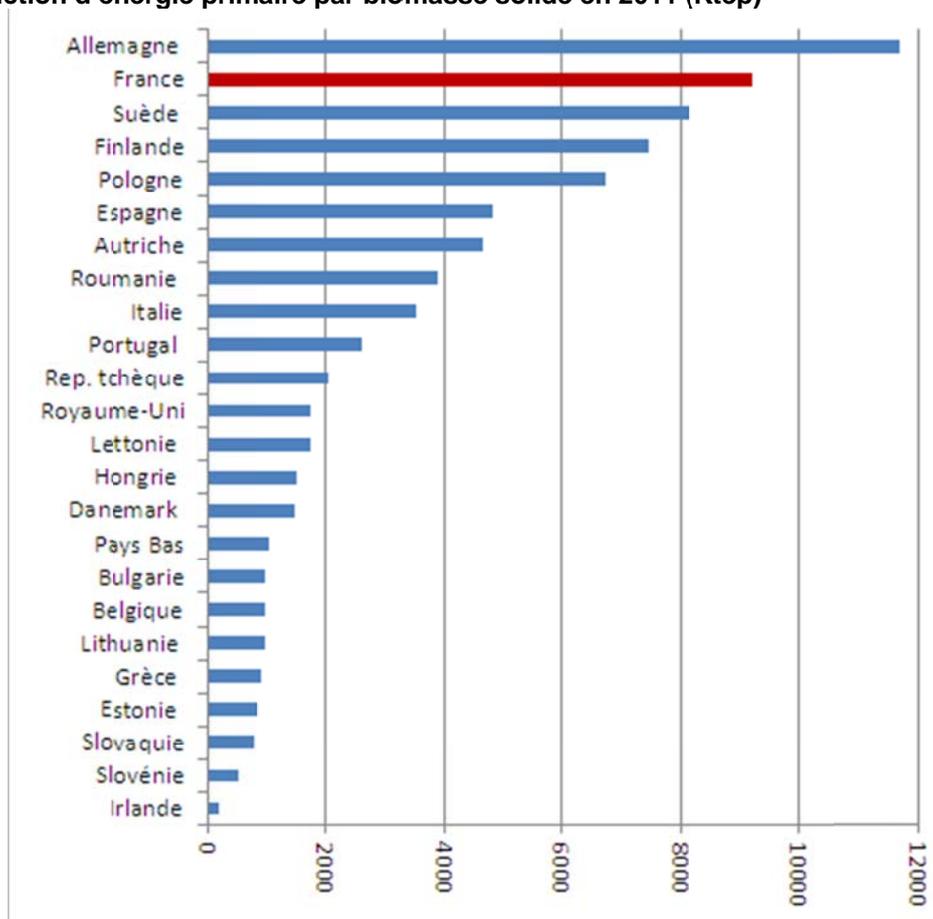
<sup>32</sup> Par convention on considère en France que les déchets renouvelables représentent 50 % des déchets urbains.

## 1.1 - Le bois énergie

### 1.1.1 - La France, un des principaux producteurs de chaleur à partir de bois énergie en Europe

En Europe, la France (9,2Mtep) figure en seconde position des pays européens pour la production d'énergie primaire à partir du bois derrière l'Allemagne (11,7 Mtep) mais devant la Suède et la Finlande.

Fig. 21. Production d'énergie primaire par biomasse solide en 2011 (Ktep)

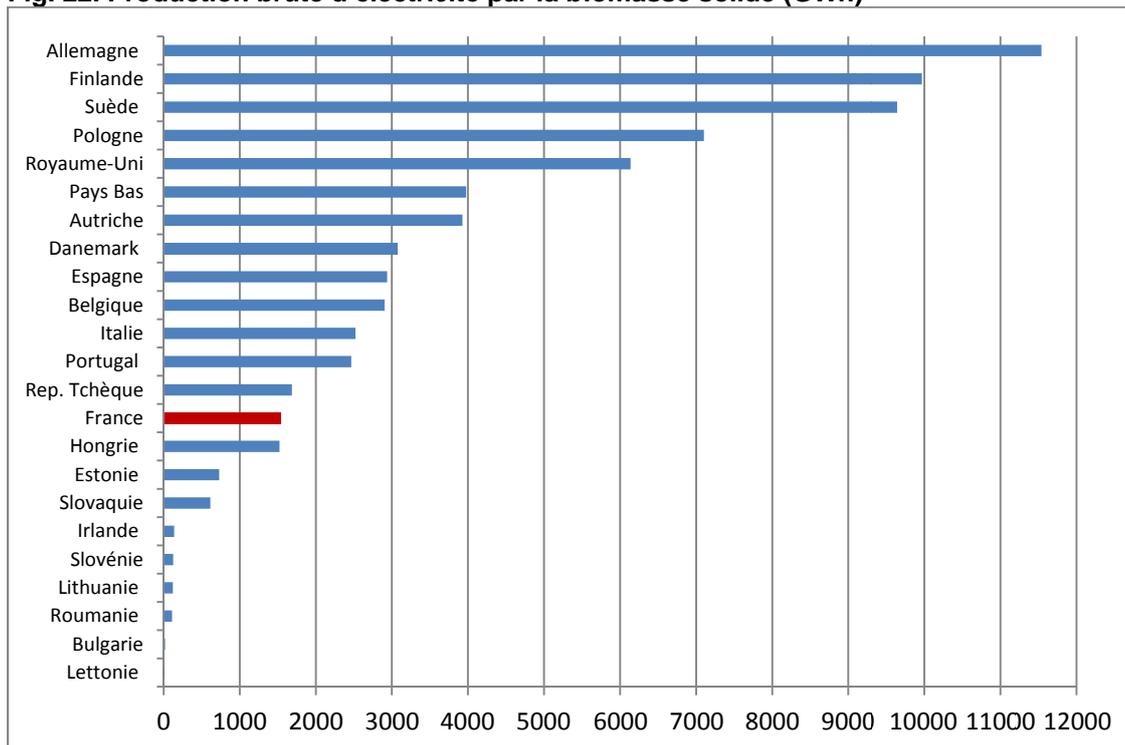


Source : Eurobserv'ER

En Europe, comme partout dans le monde, c'est principalement sous forme de chaleur que le bois est valorisé. C'est particulièrement le cas de la France qui avec 8,7 Mtep en 2011 se situe au premier rang européen au même niveau que l'Allemagne. Cette consommation est essentiellement individuelle avec cependant une très forte progression des usages collectifs et industriels notamment en France sous l'effet de mise en place de dispositifs incitatifs visant l'installation de grandes unités.

La production d'électricité à partir de bois est moins développée, c'est le cas en France qui avec 1 538 GWh, se classe 13<sup>e</sup> sur 27 au sein de l'UE, loin derrière l'Allemagne, principal producteur européen avec 11 539 GWh (l'équivalent de la production annuelle d'une tranche nucléaire et demie de 1 000 MW de puissance). La mise en place tardive en France d'un tarif d'achat de l'électricité issu de la biomasse solide comparé à d'autres pays de l'UE explique largement cette situation.

**Fig. 22. Production brute d'électricité par la biomasse solide (GWh)**



Source : Eurobserv'ER

## 1.1.2 - Les gisements actuels identifiés, les gisements potentiels, les autres gisements végétaux

### 1.1.2.1 - En France

Parmi les critères déterminant la possibilité de développer une filière bois figure la ressource disponible et mobilisable. Les gisements de bois actuellement utilisés en France pour l'industrie et l'énergie ont été évalués en France par l'Ademe à plus de 34 millions de m<sup>3</sup>, dont près de 1,1 million de m<sup>3</sup> pour l'Île-de-France. Cette évaluation ne porte que sur le bois disponible et n'inclut donc ni les pailles<sup>33</sup>, ni les cultures énergétiques. Ces données datent cependant de 2006 et il est probable que les valeurs pour 2012 soient plus élevées au regard du développement des chaufferies bois depuis cette date.



Fig. 23. La forêt française est la quatrième plus vaste d'Europe (hors Fédération de Russie) avec 155 000 km<sup>2</sup> et une croissance de 50 000 ha par an.

Une meilleure mobilisation de la ressource est un des principaux enjeux de la filière bois énergie avec pour principal obstacle son morcellement extrême avec de très nombreux propriétaires privés.

Crédit : © Arnaud Bouissou/METL-MEDDE

<sup>33</sup> Selon l'étude « Etude prospective sur la seconde génération d'agro-carburants », Alba Departe, Direction générale du Trésor 2010. La quantité de paille utilisée pour la combustion dans le cadre du second appel du fonds chaleur s'élevait à 800 000t.

L'Ademe s'est aussi intéressée au potentiel supplémentaire mobilisable. Il apparaît que celui-ci est important (56 % en plus de la ressource déjà mobilisée), soit près de 20 millions de m<sup>3</sup> supplémentaires<sup>34</sup>.

Selon le conseil économique et social et environnemental<sup>35</sup> le développement du bois énergie risque de générer des conflits d'usages et une pression à la hausse de prix :

« En termes de volumes consommés, le bois énergie représente 30 Mm<sup>3</sup><sup>36</sup> de bois-bûche par an auxquels s'ajoutent 4 Mt de produits connexes des scieries et de bois de récupération, ainsi que 0,5 Mt de plaquettes forestières et 0,3 Mt/an de « pellets » (granulés). Cette activité emploie environ 30 000 personnes. Pour l'avenir, le plan d'action relatif aux énergies renouvelables précité prévoit de porter à 20 % en 2020 la part des énergies renouvelables, aujourd'hui légèrement supérieure à 12 %. D'après l'ADEME, cela nécessiterait d'augmenter de 8.6 Mtep, la contribution du bois dont plus de 5 Mtep pour la cogénération/biomasse et 3 Mtep pour la production de chaleur dans les secteurs collectifs et industriels. Il faudrait donc mobiliser annuellement plus de l'équivalent de 35 Mm<sup>3</sup> de bois supplémentaires et aurait nécessairement des conséquences significatives sur les ressources disponibles, donc sur le prix du bois, et risquerait de créer d'importants conflits d'usage avec les autres modes de valorisation de cette matière première (bois d'oeuvre et d'industrie). »

### 1.1.2.2 - En Île-de-France

Toujours selon l'Ademe, en Île-de-France, le surplus mobilisable pour le bois forestier (290 000 m<sup>3</sup>) représente un apport supplémentaire de 26 % par rapport à la ressource déjà disponible, auxquels il faut ajouter 82 000 m<sup>3</sup> uniquement issus de la valorisation énergétique du bois de coupes urbaines, soit un total de 372 000m<sup>3</sup> (+34 %). Si on ajoute à cet ensemble les estimations issues d'une étude de l'Inra réalisée en 1997<sup>37</sup> concernant les bois de rebuts, le potentiel de bois supplémentaire pour bois industriel et énergétique représenterait de l'ordre de 420 000 m<sup>3</sup> soit environ 38 % en plus de la ressource bois de toute provenance déjà mobilisée.

De son côté, Francilbois, l'organisation professionnelle de la filière du bois en Île-de-France estime que le potentiel mobilisable serait de l'ordre de 700 000 m<sup>3</sup>, soit la moitié inexploitée de l'accroissement naturel de la forêt francilienne qui croît selon elle de 1,4 million de m<sup>3</sup> par an.

**Tab.14. Les ressources bois mobilisées et mobilisables par an entre 2006 et 2020 pour l'énergie**

Type de ressource	France mobilisée (Milliers m3)	France mobilisable (Milliers m3)	IDF mobilisée (Milliers m3)	IDF mobilisable (Milliers m3)
Bois forestier, peupleraies et haies	34 144	19 252 (1)	1 093	290
Bois de coupes non exploité (3)/(2)		1 323		66,5 / 82
Bois de rebuts (3)				53,2
<b>Total</b>	<b>34 144</b>	<b>20 575</b>	<b>1 093</b>	<b>409,7/425,2</b>

Source : ADEME, selon données EAB et CEREN 2006 : <http://www.dispo-boisenergie.fr/general/resultat/1/4> ;

(1) 21 millions de m3 selon le SEMAGREF à l'horizon 2020.

(2) ADEME : Le menu bois d'élagage des arbres publics est aujourd'hui principalement orienté vers les plates-formes de compostage, en mélange avec les autres déchets verts (tonte, feuilles), ce qui permet de produire un compost équilibré.

La mobilisation des bois d'élagage à des fins énergétiques est souvent souhaitable, car ils entraînent un excès de structurant sur les plates-formes de compostage. Seul le menu bois des élagages de printemps ne peut pas être mobilisé pour l'énergie en raison de la présence de feuilles ; ce volume reste réduit avec certainement moins de 20 % de la disponibilité totale.

(3) selon une étude INRA menée en 1997 [http://www.areneidf.org/fr/La\\_filiere\\_bois-91.html](http://www.areneidf.org/fr/La_filiere_bois-91.html).

Le SRCAE d'Île-de-France indique que la quantité globale de biomasse énergie disponible en Île-de-France à l'horizon 2015/2020 est de 860 000 t/an ce qui permettrait de générer 3 100 GWh/an.

<sup>34</sup> Selon l'étude « biomasse forestière disponible pour de nouveaux débouchés industriels et énergétiques » Vallet et al., 2007 ; Ginistry et al., 2007 ; chapitre 5), CEMAGREF, 2007, la ressource supplémentaire disponible en seule zone forestière oscillerait entre 12,7 et 20,6 millions de m3 par an pour une valeur moyenne de 17,7 Mm3.

<sup>35</sup> « Rapport sur la valorisation de la forêt française » : CESE octobre 2012

<sup>36</sup> Pour tenter d'y voir plus clair dans toutes ces unités de mesure : Selon le « Mémento du bois-énergie » publié par l'ITEBE en 2008, 1tonne de bois=1,4m3 pour le bois dur (par ex chêne) et 1,7m3 pour le bois tendre (par exemple résineux).

<sup>37</sup> [http://www.areneidf.org/fr/La\\_filiere\\_bois-91.html](http://www.areneidf.org/fr/La_filiere_bois-91.html)

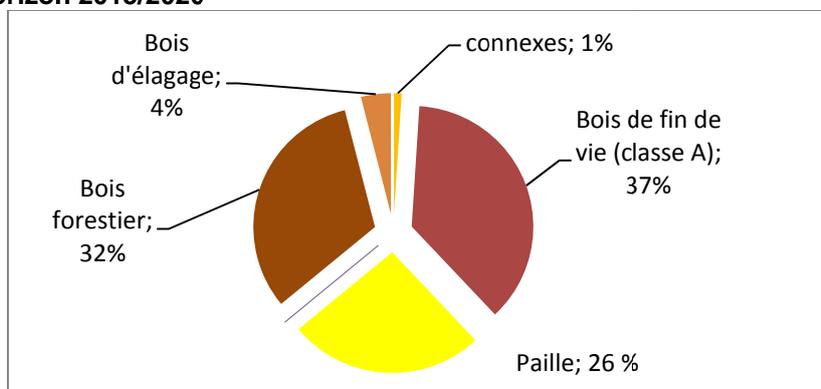
Le bois, sous toutes ses formes, contribuerait à 74 % du total soit 636 000t<sup>38</sup> en 2020 et 79 % en 2030/2050.

**Tab.15. Les ressources biomasses disponibles en Île-de-France à horizon 2015/2020 et 2030/2050**

Ressources disponibles	A horizon 2015/2020		A horizon 2030/2050	
	En kt/an	En ktep/an	En kt/an	En ktep/an
Bois forestiers	280 kt/an	66 ktep/an	1 000 kt/an	237 ktep/an
Bois d'élagage	33 kt/an	7 ktep/an	200 kt/an	43 ktep/an
Connexes 1 <sup>e</sup> et 2 <sup>e</sup> transformation	10 kt/an	3 ktep/an	70 kt/an	18 ktep/an
Bois fin de vie (classe A)	315 kt/an	108 ktep/an	315 kt/an	108 ktep/an
Paille	223 kt/an	82 ktep/an	223 kt/an	82 ktep/an
Cultures énergétiques	1 kt/an	-	200 kt/an	43 ktep/an
<b>Total</b>	<b>860 kt/an</b>	<b>266 ktep/an</b>	<b>2 000 kt/an</b>	<b>530 ktep/an</b>

Source : Indiggo « étude préalable à l'élaboration du volet combustion de la Biomasse en filière collective du Schéma Régional Climat Air Energie (SRCAE) d'Île-de-France, juillet 2012 »

**Fig.24. Répartition des ressources biomasse énergie disponibles en Île-de-France à l'horizon 2015/2020**



Source : Inddigo-2012

<sup>38</sup> Selon l'Ajena on peut estimer qu'une tonne de bois vert représente environ 1,53 m3 de bois. Vu dans « conversion des unités de volume bois énergie » : [http://www.ajena.org/page.php?page\\_id=85](http://www.ajena.org/page.php?page_id=85)

### 1.1.3 - Les technologies actuelles

La principale utilisation de la biomasse bois et végétale est le chauffage domestique qui utilise majoritairement le bois, notamment sous forme de bûches.

Les appareils utilisés pour la combustion sont de deux types :

- les appareils indépendants (poêle, insert) : pour lesquels le critère « flamme verte » norme 2009 est un rendement supérieur à 70 % et une émission de CO<sub>2</sub> < 0,3 % du volume des fumées ;
- les chaudières associées à un chauffage central pour lesquels le critère « flamme verte » porte sur un rendement supérieur à 80 %, voire 85 % pour les chaudières automatiques.

De nouvelles technologies sont apparues liées à l'apparition de nouveaux conditionnements du combustible : l'avènement des plaquettes et des granulés de bois dont le conditionnement est particulièrement adapté à une ressource bois issue de produits fatals des industries du bois (scieries) ou de produits non nobles (bois de broussaille).

Ces technologies permettent d'automatiser l'approvisionnement à partir d'une cuve de stockage via un système d'extraction et de transfert vers la chaudière, ce qui a donné lieu à l'éclosion de chaudières collectives bois. Ces chaudières présentent un rendement élevé supérieur à 80 % notamment grâce à un système de régulation centralisé automatique. Enfin l'équipement est doté de systèmes d'épuration des rejets gazeux et d'évacuation des cendres. L'automatisation permet, en outre, de réduire les contraintes d'approvisionnement, de réguler la combustion et donc réduire la consommation de bois (ainsi que les émissions polluantes).

**Fig. 25. Chaudière automatique à bois 1,2MW**



*Photo © Frédéric Douard, [www.bioenergie-promotion.fr](http://www.bioenergie-promotion.fr)*

### 1.1.4 - La recherche et les technologies futures

Les technologies liées à la combustion de bois sont matures, ce qui explique une faible intensité en R&D de ce segment de la bioénergie.

Au niveau national, les travaux de recherche coordonnés par l'Ademe sur le bois énergie portent sur 2 cibles principales :

- Cible chauffage domestique :
  - l'amélioration des rendements des appareils de combustion ;
  - la réduction des émissions polluantes, notamment des particules ;
  - l'automatisation (régulation...).
  
- Cible chauffage collectif :
  - la connaissance et la mobilisation de la ressource.

Au niveau européen, le 7<sup>e</sup> PCRD (programme cadre de R&D) indique des pistes similaires. Les orientations visent aussi bien à réduire les coûts de conversion qu'à en améliorer les processus par des meilleurs rendements, tout en visant une réduction drastique des émissions polluantes.

La conception d'unités décentralisées de combustion figure parmi les priorités.

Enfin, le PCRD met l'accent sur le caractère durable des technologies à venir autant que sur leur rentabilité économique.

### 1.1.5 - Les principaux enjeux de la filière biomasse bois

Selon le CSTB il existe une multiplicité d'enjeux liés à la filière bois énergie qui appellent des réponses globales avec notamment des politiques intégrées (environnementales, développement économique, sanitaires, aménagement...).

Parmi les principaux enjeux citons :

- la contribution à la lutte contre l'effet de serre,
- l'impact environnemental,
- la qualité de l'air intérieur et extérieur, les risques sanitaires, la sécurité incendie...
- la gestion du patrimoine naturel, l'évaluation et la mobilisation durable de la ressource,
- la valorisation des déchets de bois,
- l'organisation de l'offre en fonction de la demande,
- le développement local,
- la réglementation thermique,
- l'indépendance énergétique,
- le développement économique avec la création d'emplois, notamment locaux,
- la création de filières d'approvisionnement,
- la création de filières industrielles nationales,
- le commerce extérieur.

La prise en compte de l'ensemble de ces enjeux est une gageure. Il conviendra de les hiérarchiser avec aussi des analyses ciblées par territoire, sachant de plus que suivant les périodes, tel ou tel enjeu peut prendre le dessus sur d'autres, en particulier en période de crise comme actuellement.

## 1.1.6 - Les dispositifs de soutien au bois énergie

### 1.1.6.A - Au niveau national

La politique nationale de soutien au bois énergie prend principalement deux formes :

- A ) Le soutien à la production de chaleur
- B) Le soutien à la production d'électricité à partir de combustion de biomasse (dont bois)

#### A) Soutien à la production de chaleur

Partant du constat que la majorité de la valorisation de la biomasse bois énergie est réalisée sous forme de chaleur qui est la voie offrant le plus fort rendement énergétique, le choix national a donc été de soutenir fortement la production de chaleur. L'introduction de la fiche portant sur le fonds chaleur le rappelle ainsi en ces termes :

« La chaleur représente environ un tiers de la consommation d'énergie finale en France. Elle est principalement produite par des énergies fossiles émettrices de gaz à effet de serre. Or, la chaleur peut être aisément produite à partir de sources renouvelables : bois, solaire, géothermie... Les énergies renouvelables thermiques représentent 60 % de la production d'énergie renouvelable en France en 2011 et près de 55 % des objectifs de production d'énergie renouvelable en 2020. La dynamique de développement de la chaleur renouvelable est aujourd'hui forte dans l'habitat individuel, grâce à la mise en place d'instruments de soutien spécifiques comme le crédit d'impôt développement durable, l'éco-prêt à taux zéro et les certificats d'économies d'énergie. Cependant, jusqu'en 2008, les gisements dans l'habitat collectif, le tertiaire et l'industrie n'étaient pas encore suffisamment exploités. »<sup>39</sup>

La politique nationale de soutien au développement de l'utilisation de la biomasse bois énergie sous forme de chaleur se décompose en deux secteurs :

#### Le secteur domestique :

- Les **aides individuelles** prenant la forme de **crédits d'impôts** (CIDD). Ces derniers permettent de financer une partie de l'achat et de l'installation par un professionnel d'un dispositif produisant de l'électricité ou de la chaleur à partir d'une ressource biomasse. Concernant les appareils de chauffage au bois, le taux varie selon les cas, le tout sous réserve de critères de performance énergétiques et de rejets de particules. Les taux sont réévalués de 8 points en cas de bouquets de travaux. Le montant des crédits d'impôts évolue chaque année. Ce dispositif est susceptible d'évoluer suite à la feuille de route pour la transition écologique du 16 novembre 2012<sup>40</sup> et le dispositif est prorogé jusqu'en 2015. Plus de 7 millions de ménages ont bénéficié de ce crédit d'impôts.

- **L'éco-prêt à taux zéro** pour les appareils de chauffage au bois uniquement dans le cadre d'un bouquet de travaux et pour un montant maximal de 20 000€ par ménage pour 2 familles de travaux et 30 000€ pour 3 familles ou plus<sup>41</sup>. Ils peuvent enfin bénéficier d'une « prime à la casse des chaudières » qui repose sur le volontariat d'entreprises distributrices d'énergie dans le cadre du dispositif des certificats d'économies d'énergie. Les entreprises (distributeurs de fioul domestique et de bois de chauffage) s'étant engagées auprès de l'État pour accorder cette prime sont libres d'accorder plus que les minimas cités ci-dessus. Le site du MEDDE précise à ce titre : « Ce dispositif, financé par les fournisseurs et mis en œuvre avec le concours de l'État, a pour objectif d'aider les Français à réduire durablement leur facture de chauffage par l'installation d'une chaudière plus performante. Pour le changement d'une chaudière de plus de 15 ans, cette prime s'élève à 120 €, au moins, pour l'achat d'une chaudière basse température, à 350 €, au moins, pour l'achat d'une chaudière à condensation et à 400 € pour une chaudière à bois. Cette prime est aussi valable pour le remplacement d'un appareil indépendant de chauffage au bois (poêle à bois, insert, foyer fermé...) de plus de 15 ans par un nouveau plus performant et moins polluant et s'élève alors à 120 € au moins »<sup>42</sup>

- Enfin, un outil réglementaire portant sur les constructions neuves à partir du 1<sup>er</sup> janvier 2013 a été mis en place avec pour objectif l'abaissement de la consommation d'énergie primaire de chaque logement à moins de 50kWh/m<sup>2</sup>/an avec au moins 5 kWh/m<sup>2</sup>/an provenant d'une source d'énergie renouvelable.

<sup>39</sup> <http://www.developpement-durable.gouv.fr/Presentation-generale,25027.html>

<sup>40</sup> <http://www.developpement-durable.gouv.fr/Feuille-de-route-pour-la.html?onglet=publications>

<sup>41</sup> Le bouquet de travaux s'entend par famille de travaux : isolation huisseries, installation de dispositif de chauffage faisant appel aux ENR, isolation des murs donnant sur l'extérieur, isolation des toitures...

<sup>42</sup> <http://www.developpement-durable.gouv.fr/Prime-a-la-casse-des-chaudieres,22823.html>

Le secteur collectif, industriel, agricole et tertiaire est principalement soutenu par le **fonds chaleur** géré par l'Ademe. Ce fonds est doté d'un budget de 1,2 milliard d'euros pour la période 2009-2013. Il opère selon deux modalités :

- les appels à projets nationaux annuels (BCIAT),
- les aides gérées au niveau régional.

Les appels à projets nationaux annuels (**BCIAT**) permettent de sélectionner les projets de plus de 1 000 tep/an.

Au total entre 2009 et 2013, 109 projets assurant une production annuelle supérieure à 1 000 ktep ont bénéficié de financements de l'ADEME au titre du fonds chaleur pour une production thermique annuelle totale de 585 000 tep, pour un montant supérieur à 300 millions d'euros.

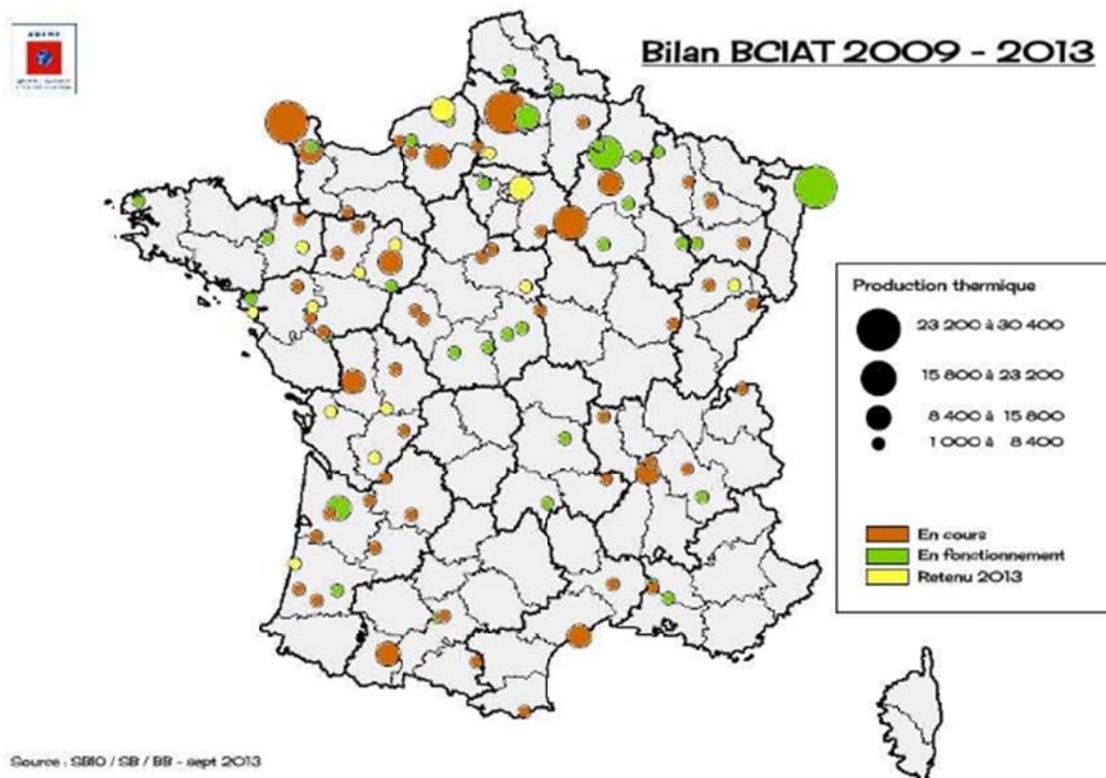
L'appel BCIAT de 2013 a retenu 14 projets, pour une production énergétique à partir de biomasse d'environ 73 200 tep par an. Un projet concernait l'Île-de-France porté par GDF-Suez énergies services à Vaujours (93), à partir de matériaux de construction, pour une puissance de 13 267 ktep/an.

Les IAA, l'industrie du papier et du carton, ainsi que les industries chimiques sont les principaux participants à ces appels d'offres puisqu'ils représentent à eux trois 71 % des projets retenus.

Un sixième appel à projets « BCIAT 2014 » vient d'être lancé avec un objectif indicatif de production énergétique annuelle totale des projets retenus de 125 000 tep.<sup>43</sup>

En Île-de-France 3 projets ont été sélectionnés dans le cadre du BCIAT sur cette période pour un total de 24 457 ktep/an.

#### Carte 5 - Les projets retenus au BCIAT du fonds chaleur entre 2009 et 2013



Source : ADEME

Le fonds chaleur est aussi géré au niveau des régions par les directions régionales de l'Ademe pour les projets compris entre 100 ktep et 1 000 ktep.

<sup>43</sup> Voir détails sur le fonds chaleur [http://www.developpement-durable.gouv.fr/Les-appels-a-projets-Biomasse.html#BCIAT\\_2013](http://www.developpement-durable.gouv.fr/Les-appels-a-projets-Biomasse.html#BCIAT_2013)

Au total entre 2009 et 2012 le fonds chaleur géré par les régions (donc hors BCIAT) a permis la création de 389 installations chaufferies biomasse bois dont 236 d'une puissance supérieure à 100 tep (1 163 MWh). Ces créations ont été associées à la création ou l'extension de 350 km de réseau de chaleur.

Au total le fonds chaleur aura permis de créer plus de 1 656 installations en France entre 2009 et 2012 (vraisemblablement plus, les chiffres régionaux de 2012 étant non communiqués) pour une puissance de l'ordre de 880 000 TEP/an.

**Tab. 16. Bilan du fonds chaleur fin 2012**

	Nombre de projets	Montant éligible	Aide ADEME M€	TEP ENR/an
Bois BCIAT 2009/2012	108	575,9	225,5	568 333
<b>Aides régionales 2009/2012</b>				
Bois hors BCIAT	389	759,9	181	305 556
Réseaux de chaleur	379	887,8	306,3	144 465
Biogaz	7	7	2,1	4 564
Solaire	1090	107,7	53	4 708
Géothermie	236	256,8	64,6	61 306
<b>Total</b>	<b>2 209</b>	<b>2 595</b>	<b>833</b>	<b>1 088 932</b>

Source : ADEME

#### **B) Le soutien à la production d'électricité à partir de combustion de biomasse (dont bois)**

Par ailleurs, un tarif d'achat de l'électricité produite à partir de la combustion de biomasse a été mis en place en 2011 avec un tarif de base de 4,34 cts auquel se rajoute une prime comprise entre 7,71 et 12,53 cts attribuée selon des critères de puissance, de ressource utilisée et d'efficacité énergétique.

#### **C) Le soutien à la mobilisation de la ressource bois**

Enfin, parmi les 34 plans de reconquête du gouvernement, le plan « industries du bois » qui est principalement orienté vers la valorisation et la transformation du bois d'œuvre va cependant dans le sens d'une meilleure mobilisation à terme de la ressource bois pour tous les usages, y compris le bois énergie.

### 1.1.6.2 - Au niveau régional

**Concernant la région Île-de-France**, les fonds gérés par l'Ademe IDF avec l'appui du conseil régional ont financé 28 projets de chaufferie biomasse entre 2009 et 2013 pour une puissance totale de 100Mw et pour le BCIAT 3 centrales. De plus, 2 projets de plateformes biomasse ont bénéficié du soutien de l'Ademe IDF et du conseil régional.

Le SRCAE voté en 2012 par le conseil régional réaffirme le fort soutien au développement de la biomasse énergie par le développement de chaufferies biomasse, celui des réseaux de chaleur, ainsi que de plateformes biomasses.

En juillet 2012, l'Ademe et le conseil régional Île-de-France ont lancé la 3<sup>e</sup> session de l'appel à projets « chaufferies biomasse » dont le résultat a été publié en septembre 2013.

L'objectif de cet appel à projets est d'aider les projets de chaufferies biomasse les plus efficaces du point de vue énergétique, environnemental et économique. 4 projets ont été sélectionnés pour une puissance totale de 32,5 Mwh ainsi que 8 580 ml de réseau de chaleur en connexion avec ces chaufferies.

Sur les 32 M€ investis, l'aide publique représente 5,5 M€ soit 17 % dont 2,2 M€ par la région Île-de-France. Un nouvel appel à projets chaufferies biomasse a été lancé en décembre 2013.

Dans le cadre du fonds chaleur et en partenariat avec l'Ademe, le conseil régional d'Île-de-France propose des aides aux études et à l'investissement pour des chaufferies biomasse, ainsi que pour les réseaux de chaleur et les plates-formes biomasse. Ces aides sont décrites dans le tableau ci-dessous.

**Tab.17. Aides Ademe et du conseil régional concernant les chaufferies biomasse et les réseaux de chaleur**

	Aides aux études	Aide aux investissements
Chaufferies biomasse	-Maxi 25 % des dépenses HT -Plafond 200 000 €	-maxi 30 % des dépenses HT -Plafond 1 M d'€
Critères d'aide	-Conformité au cahier des charges Ademe/région	-Audit préalable du bâti et étude de faisabilité en conformité du cahier des charges Ademe/région
Réseaux de chaleur	-Maxi 25 % des dépenses HT -Plafond 200 000 €	Tx600 €/ml de réseau maxi T= part des ENR dans le mix énergétique du réseau
Critères d'aide	-Conformité au cahier des charges Ademe/région -réseaux visant à atteindre au min 50 % d'énergies renouvelables	-Conformité au cahier des charges Ademe/région -réseaux visant à atteindre au min 50 % d'énergies renouvelables -baisse du prix de raccordement pour les usagers
Plateformes Biomasse		70 % toutes aides publiques confondues Dans la limite 100 €/m <sup>3</sup> abrité
Critères d'aide	Cette aide concerne l'ensemble des maîtres d'ouvrage publics et privés (hors particuliers / syndicats ou syndicats de copropriétés)	Cette aide concerne l'ensemble des maîtres d'ouvrage publics et privés (hors particuliers / syndicats ou syndicats de copropriétés) Les critères sont définis dans le règlement de l'appel à projets

Source : Ademe IDF

## 1.1.7 - Le marché des équipements de valorisation thermique du bois

On a vu que l'essentiel de la valorisation énergétique du bois s'opérait par la combustion et la chaleur qui en résultait. En France la valorisation du bois s'opère à plus de 90 % sous forme thermique.

Depuis trente-cinq ans, la consommation de bois de chauffage fluctue autour de 7 à 8 Mtep/an. Cela place la France en tête en Europe grâce à une utilisation forte du bois pour le chauffage domestique, devant la Suède (env. 8 Mtep), la Finlande (env. 7 Mtep), l'Allemagne (env. 6 Mtep). Par ailleurs plus d'un million et demi de tep d'origine biomasse sont consommés par l'industrie pour la production d'énergie de process. Les chaufferies industrielles biomasse se rencontrent à plus de 95 % dans l'industrie du bois au sens large, c'est-à-dire dans les industries de première et de deuxième transformation, les usines de pâte à papier ou chez les fabricants de panneaux et de contreplaqué. Enfin, dans le secteur résidentiel collectif, environ 1 500 installations assurent la substitution de plus de 150 000 tep/an.

### 1.1.7.1 - Le marché français : 21 % des foyers équipés, les fabricants français dominants

#### Le parc français des installations individuelles

En France, on comptait en 2006 plus de 5,6 millions de ménages équipés de 6,15 millions d'appareils de chauffage au bois, tout type d'usage confondu soit 21 % des ménages français. C'est logiquement au sein des logements individuels (97 %) que se concentre le parc d'appareils de chauffage au bois. La tendance longue montre que chez les particuliers, le bois tend à ne devenir qu'un combustible d'appoint ou d'agrément là où il constituait l'unique chauffage. Cependant il reste encore fortement présent avec près de 2 millions d'appareils utilisés en base seule ou associée.

**Tab. 18 - Répartition nationale des types d'appareils de chauffage au bois en 2006 en France, en milliers**

usage	chauffage de base	chauffage d'appoint périodique ou de saison	chauffage d'appoint exceptionnel	Total	part %
foyers ouverts	139 733	436 171	541 758	1 117 662	18,2%
foyers ouverts avec récupérateur	59 449	174 044	150 747	384 240	6,2%
foyers fermés et inserts	1 046 580	1 217 208	585 894	2 849 682	46,3%
cuisinières	256 848	98 578	20 333	375 759	6,1%
poeles1	530 886	328 743	124 246	983 875	16,0%
poeles2	51 205	23 886	1 434	76 525	1,2%
Chaudières				369 887	6,0%
Total	2 084 701	2 278 630	1 424 412	6 157 630	100,0%
part %	33,9%	37,0%	23,1%	100,0%	

Source : INSEE – Enquête logement/ traitement IAU-idF

Le parc est dominé par les foyers fermés et inserts, suivi par les foyers ouverts avec 18,2 % (mais 24,2 % si l'on inclut la catégorie avec récupérateurs) puis par les poêles avec 17,2 %.

La politique nationale issue du Grenelle de l'environnement vise à favoriser le développement d'un parc performant en partie par substitution des équipements les moins performants, ce qui vise prioritairement les foyers ouverts ainsi que les équipements fermés de faible rendement.

Une récente étude de l'Ademe<sup>44</sup> confirme le succès de cette politique puisque en 2012 ce sont désormais 7,4 millions de ménages qui utilisent le bois pour se chauffer et à hauteur de 50 % en chauffage principal.

#### Le marché français des équipements individuels : 1<sup>er</sup> d'Europe dominé par les acteurs français

Le marché français est le premier marché européen devant l'Allemagne (plus de 400 000 unités par an)<sup>45</sup>,

Il est dominé par les constructeurs français qui représentent près de 74 % des ventes.

Les ventes d'appareil de chauffage ont connu une forte progression à partir de 2005 pour atteindre un pic en 2006. L'instauration du crédit d'impôt en 2005 permettant de récupérer 50 % de son investissement a fortement relancé ce marché. Depuis 2008, le crédit d'impôt ne s'applique plus que pour des appareils répondant au label « flamme verte » offrant un rendement supérieur à 70 % contre 65 % en 2007. Le segment des poêles domestiques est le principal bénéficiaire de ces dispositifs et a connu une multiplication par 4 de son marché par rapport à 1996.

<sup>44</sup> Etude sur le chauffage domestique au bois : marchés et approvisionnement, ADEME, juin 2013.

<sup>45</sup> Source : « Soutenir la compétitivité des filières françaises de production d'énergie renouvelable » p26, Cosei sept. 2011

**Tab. 19 - Marché annuel des appareils de chauffage au bois en France**

Type / année	1996	2001	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Foyers fermés / inserts (1)	171 500	209 400	281 600	217 500	237 800	194 200	180 000	179 800
Cuisinières	3 100	2 800	13 600	11 300	11 200	9 870	7 700	7 300
Poêles	54 000	64 700	205 500	188 400	217 000	254 670	258 800	263 300
Chaudières	8 700	8 840	28 400	15 000	27 000	20 900	17 300	17 000
<b>Total (hors foyers ouverts)</b>	<b>237 300</b>	<b>285 740</b>	<b>529 100</b>	<b>432 200</b>	<b>493 000</b>	<b>479 640</b>	<b>463 800</b>	<b>467 400</b>

Source : observ'ER « Suivi 2011 du marché d'appareils domestiques de chauffage au bois en France » juin 2012

L'organisation de filières de distribution locales, la meilleure disponibilité de la ressource et un renouveau de la popularité du bois pour le chauffage associés aux plans de développement de la biomasse bois et les aides accordées par l'Etat sous forme de crédits d'impôts notamment sont de nature à soutenir le marché d'équipement et de renouvellement au moins à l'horizon 2015.

Cependant il est probable que le niveau des ventes s'effrite sous l'effet de l'érosion continue du crédit d'impôt. De plus, si l'on confronte les ventes annuelles constatées (près de 480 000 unités en moyenne par an depuis 2006) avec les objectifs de renouvellement du parc individuel inscrits au Grenelle de l'environnement (5,6 millions d'unités et d'extension de ce parc pour 3,6 millions d'unités nouvelles entre 2006 et 2020, soit un total de 9 millions d'unités, soit encore une croissance prévue du parc de 50 %) et qui correspondent à 625 000 unités vendues par an, on constate un retard de 145 000 unités par an. Ainsi, compte-tenu du niveau annuel des ventes observé, l'objectif du Grenelle semble ne pas devoir être atteint à l'horizon 2020 mais au mieux en 2025.

Concernant le secteur collectif, le développement des chaufferies bois collectives est inscrit dans les programmes national et régionaux. Par ailleurs, selon le conseil des ministres du 3 juin 2009 : « le nombre de logements raccordés à des réseaux collectifs de chaleur devra être multiplié par plus de deux, et la priorité donnée à la chaleur renouvelable, le plus souvent issue de biomasse. ». Cela constitue plus particulièrement pour l'Île-de-France une incitation supplémentaire au développement de chaufferies bois, en particulier dans les zones équipées de réseaux de chaleur.

Le développement des chaudières collectives tertiaires ou industrielles est fortement lié aux dispositifs de soutien mis en place par l'État (voir 1.1.6 pour le détail), fonds chaleur et BCIAT, ainsi que les aides de l'Ademe hors fonds chaleur et les aides régionales.

Le bilan énergétique de la France en 2011 du ministère du Développement durable indique à ce sujet : « Toujours concernant le secteur collectif/tertiaire et industriel, un nombre important d'opérations a été engagé en 2011 grâce aux différents dispositifs de soutien : fonds chaleur et appel à projet BCIAT 2011, aides de l'Ademe hors fonds chaleur. Au total, 412 opérations ont été engagées pour une puissance de 587 MW (dont 22 opérations retenues dans le cadre du BCIAT 2011 pour une puissance de 204 MW). Parmi celles-ci on recense 338 opérations dans le secteur collectif/tertiaire pour une puissance de 338 MW et 74 dans l'industrie pour une puissance de 249 MW. Ces projets sont toutefois encore loin d'être opérationnels mais ils devraient participer à la croissance attendue dans les années à venir »<sup>46</sup>

<sup>46</sup> Texte issu du rapport « bilan énergétique de la France » 2011, SOes 2011

### 1.1.7.B - Le marché francilien

#### Le parc francilien d'équipements de chauffage au bois individuels

Selon l'enquête logement de 2006, 394 000 ménages utiliseraient un ou plusieurs appareils de chauffage au bois en Île-de-France quel que soit l'usage, soit une proportion de 8,1 % seulement des ménages franciliens<sup>47</sup>. Parmi ceux-ci 70 000 utilisent le bois comme chauffage de base. Au total, le parc francilien d'appareils de chauffage au bois s'élèverait à 411 000 unités.

**Tab.20 - Répartition des types d'appareils de chauffage au bois en 2006 en Île-de-France, en milliers**

usage	chauffage de base	chauffage d'appoint périodique ou de saison	chauffage d'appoint exceptionnel	Total	part %
foyers ouverts	7 976	45 545	84 081	137 602	33,5%
foyers ouverts avec récupérateur	6 730	14 823	19 783	41 336	10,1%
foyers fermés et inserts	39 357	94 021	57 499	190 877	46,4%
cuisinières	1 137	3 901	-	5 038	1,2%
poeles1	12 213	6 602	8 904	27 719	6,7%
poeles2	233	-	-	233	0,1%
Chaudières				8 254	2,0%
<b>Total</b>	<b>67 646</b>	<b>164 892</b>	<b>170 267</b>	<b>411 059</b>	<b>100,0%</b>
<b>part %</b>	<b>16,5%</b>	<b>40,1%</b>	<b>41,4%</b>	<b>100,0%</b>	

Source : INSEE – Enquête logement/ traitement IAU îdF. Note : l'usage de plusieurs appareils de chauffage explique le total supérieur à 394 000.

On constate que les cheminées à foyer ouvert représentent encore à cette date 33 % du parc tandis que le parc de poêles est sensiblement plus faible en proportion que pour l'ensemble de la France.

#### Le marché des équipements de chauffage individuel au bois :

Avec près de 45 000 unités en 2011, il est largement dominé par les segments poêles et foyers fermés. Le marché francilien pèse moins de 10 % du marché national pour plus de 18 % de sa population. Cela tient principalement à la nature des logements de la région avec une part du collectif de 72 % contre 28 % de logements individuels. La proportion de logements collectifs y est ainsi largement supérieure aux autres régions prises dans leur ensemble (44 %) et même de la moyenne des grandes agglomérations françaises hors Île-de-France, avec 61 %<sup>48</sup>.

**Tab. 21 - Ventes d'appareils de chauffage au bois en Île-de-France en 2011**

type	2011	Part France
Foyers fermés / inserts (1)	22 500	12,5%
Cuisinières	25	0,3%
Poêles	21 430	8,1%
Chaudières	310	1,8%
<b>total</b>	<b>44 300</b>	<b>9,48%</b>

Source : observ'ER « Suivi 2011 du marché d'appareils domestiques de chauffage au bois en France » juin 2012

En effet l'usage du chauffage au bois dans les logements collectifs est moins fréquent et davantage utilisé en complément d'autres modes de chauffage voire en agrément.

<sup>47</sup> En 2006 selon l'INSEE, on comptait 4 821 000 ménages en Île-de-France

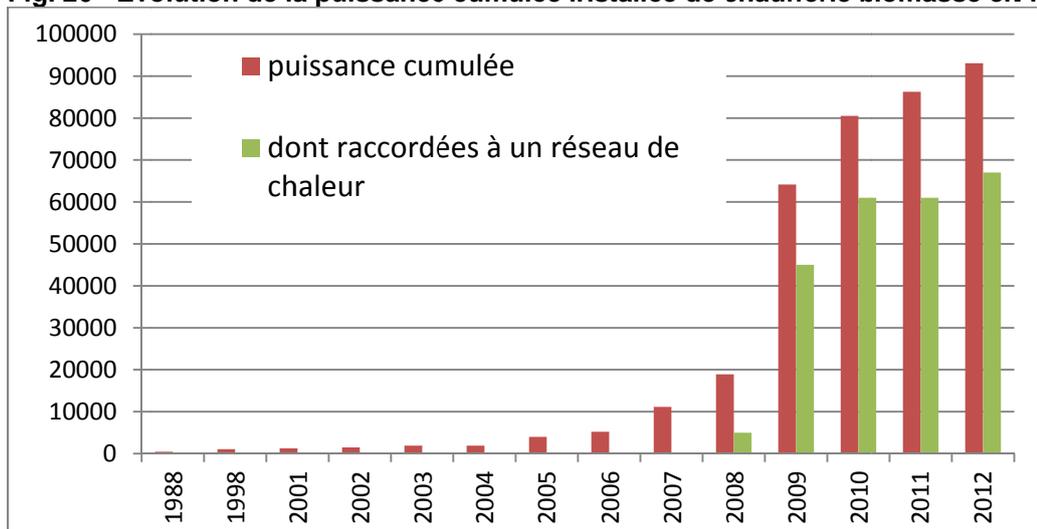
<sup>48</sup> sce : Enquête nationale logement IAU-INSEE 2006

### Le marché de chauffage au bois collectif :

Concernant les installations de chaufferies biomasse, on compte à ce jour environ 70 chaufferies répertoriées par l'Ademe en Île-de-France en fonctionnement, en construction ou en projet pour une puissance totale cumulée installée de 93Mw en 2012 et un total prévu de 240 MW, soit 3 % du parc national à cette date (voir carte 6 p. suivante).

Celles-ci se sont fortement développées ces dernières années sous l'action du fonds chaleur et de sa composante régionale. Comme le montre le graphique ci-dessous la puissance cumulée a véritablement décollé à partir de 2009, date de la mise en place du fonds chaleur. Ce sont d'ailleurs les grandes installations reliées aux réseaux de chaleur qui ont tiré la croissance de la puissance installée.

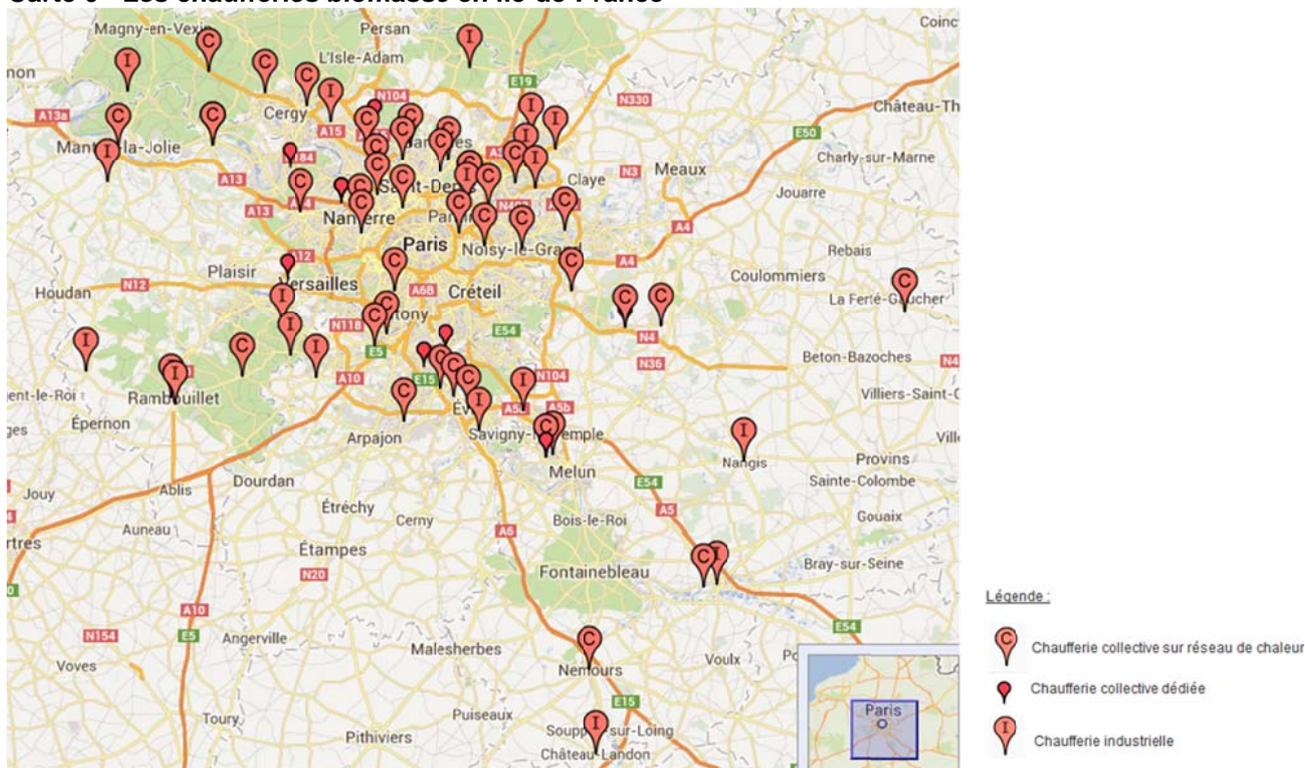
**Fig. 26 - Évolution de la puissance cumulée installée de chaufferie biomasse en Île-de-France (kW)**



Source : Ademe IdF, biomasse énergie Île-de-France

Parmi les chaufferies, une majorité est dédiée au logement collectif (29) tandis que 12 sont dédiées à des activités industrielles.

**Carte 6 - Les chaufferies biomasse en Île-de-France**



Source : <http://www.biomasseenergieidf.org>

Les plus grosses installations fournissent les réseaux de chaleur et ont été développées à partir de 2008 (réseau de chaleur Massy-Antony) par les gestionnaires de réseaux de chaleur ou les communautés d'agglomération. Ces installations représentent une puissance cumulée de près de 70 MW, la principale (Cergy-Pontoise) mise en place en 2009 fournit à elle seule 25 MW.

Les principaux acteurs ayant mis en place des chaufferies biomasse non raccordées sont les communes pour leurs propres besoins (bâtiments communaux, équipements) et les bailleurs sociaux, ces derniers gèrent un parc représentant une puissance cumulée de 8,7 MW.

Les bailleurs sociaux sont en effet les autres grands acteurs ayant développé l'usage de la biomasse au sein de chaufferies, en premier lieu l'office HLM de la Seine-et-Marne qui apparaît comme un pionnier avec des installations mises en service dès 1988.

Enfin, il faut signaler le centre hospitalier Sud Francilien qui a mis en place une chaudière biomasse en 2010 pour une puissance de 3 MW. C'est le seul exemple de ce type en Île-de-France.

Si l'essentiel de ces chaufferies utilisent un combustible bois, certaines utilisent d'autres combustibles comme la paille (Villeparisis), mais ce site a cessé de fonctionner. D'autres fonctionnent en co-combustion soit avec du charbon (Massy) ou avec du miscanthus (Montereau-Fault-Yonne) en lien avec le développement d'une culture locale (cf encadré sur les cultures énergétiques dédiées page 12).

Les projets industriels sont relativement plus modestes, puisqu'ils totalisent 3 200 MW pour 13 installations, la plus grosse atteignant 720 MW. Cependant ces installations sont comparativement parmi les plus anciennes, dont une large part antérieure à 2009.

Parmi ces projets industriels on note une forte proportion d'acteurs manipulant ou générant leur propre ressource biomasse ou du moins une partie de celle-ci : fermes, entreprises d'élagage, paysagères, d'horticulture, scierie ou entreprises de charpente bois, voire entreprise de recyclage de matériaux.

On perçoit à cette liste le potentiel de développement auprès d'acteurs franciliens nombreux.

**Fig. 27 - La chaufferie bois de Cergy Pontoise, 25 MW**

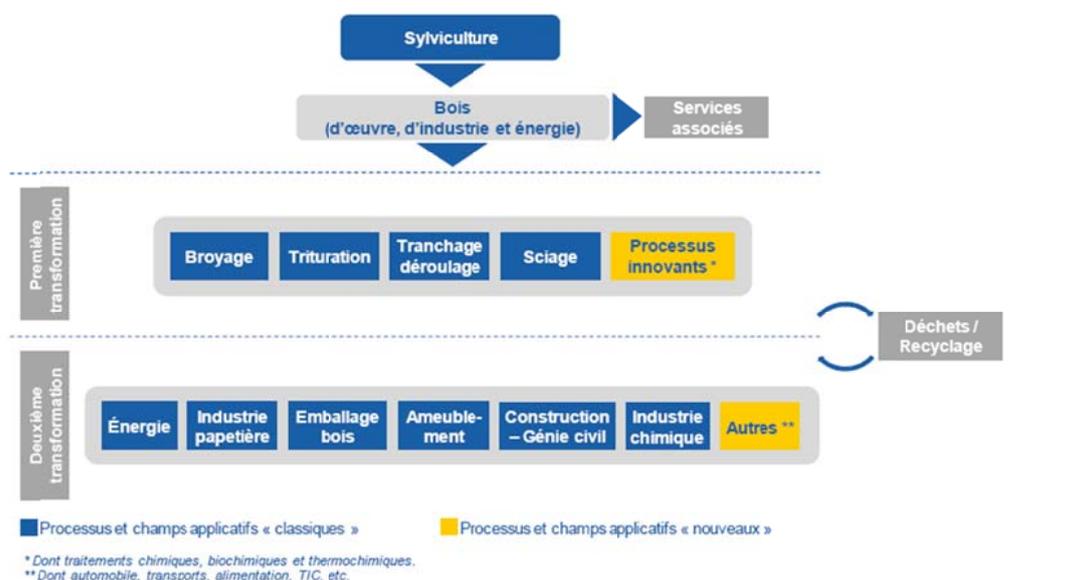


*Photo © Frédéric Douard, [www.bioenergie-promotion.fr](http://www.bioenergie-promotion.fr)*

## 1.1.8 - La chaîne de valeur de la filière bois énergie

La filière bois énergie s'intègre dans une filière bois aux contours beaucoup plus vastes, le bois énergie étant considéré comme la valorisation en dernier recours après les autres valorisations possibles. Ainsi le bois énergie est-il issu soit de parties du bois non utilisables pour d'autres usages, soit de rebut d'autres usages.

Fig. 28 - La chaîne de valeur de la filière bois



Source : Pipame<sup>49</sup>

ALCIMED

La filière bois énergie se distingue de l'ensemble de la filière bois à partir de la seconde transformation, avec l'utilisation d'équipements, de processus, et des activités de R&D et d'ingénierie qui lui sont propres. Si notre propos se concentre principalement sur la partie industrielle de la filière bois énergie (en pointillés sur les schémas ci-contre) ainsi que sur les acteurs de la R&D et d'ingénierie qui participent à son développement, nous évoquerons néanmoins l'ensemble des acteurs de la filière pour en brosser un tableau général.

Au sein de la filière bois énergie on peut distinguer 2 segments de marché qui peuvent faire appel à des équipements, technologies et acteurs différents :

- les équipements individuels domestiques (Fig. 29 – voir page d'après) ;
- les équipements collectifs résidentiels, tertiaires ou industriels (Fig. 30 – voir page d'après).

<sup>49</sup> Source : « Prospective sur le marché actuel des nouveaux produits issus du bois et des évolutions à échéance 2020 », Pipame (Pôle interministériel de prospective et d'anticipation des mutations économiques), février 2012.

Fig. 29 -

### La chaîne de valeur de la filière Bois énergie domestique

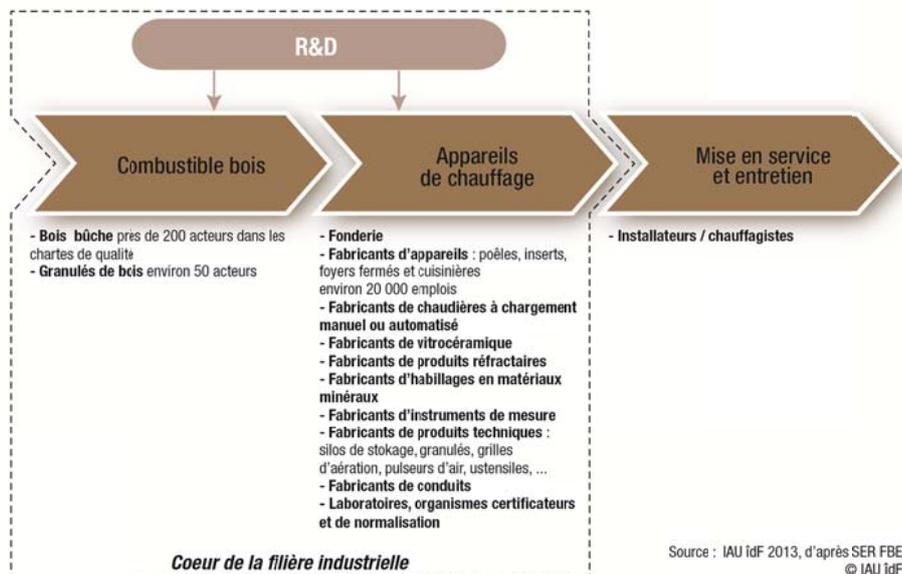
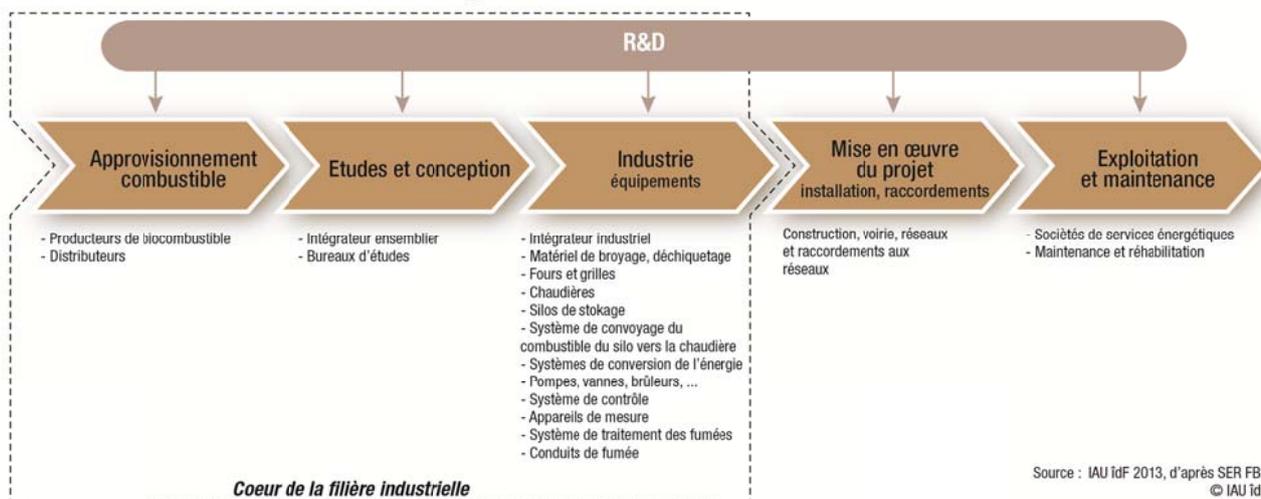


Fig. 30 -

### La chaîne de valeur de la filière Bois énergie collective



#### L'approvisionnement et la première transformation :

L'amont de la filière concentre les activités de gestion, transformation et distribution de la ressource bois et constitue un segment à enjeu pour l'ensemble de la filière bois énergie. On constate ainsi que depuis quelques années la filière d'approvisionnement est en train de se structurer autour d'acteurs différents.

Il y a, d'une part, les exploitants de forêts qui augmentent leurs capacités de production et de commercialisation du bois énergie :

Le principal au niveau national est l'office national des forêts (ONF), via sa filiale ONF Energie, qui produit des plaquettes forestières. En parallèle, les exploitants de forêts locaux se regroupent au sein de coopératives pour atteindre une taille critique leur permettant d'investir dans la création de plateformes de production de bois énergie (plateformes destinées au broyage, séchage et stockage du bois). En Île-de-France l'agence des espaces verts (AEV) à travers sa politique d'acquisition de forêts périurbaines est devenue un propriétaire forestier conséquent qui gère son patrimoine sylvicole comme le fait l'ONF avec notamment des ventes annuelles de bois.

À l'autre bout de la chaîne de valeur les exploitants de chaufferies collectives (comme Cofely et Dalkia) se positionnent vers l'amont de la filière via des filiales responsables de l'approvisionnement de leurs équipements afin de les sécuriser (Dalkia Bois énergie et Valobois pour Cofely). Enfin des industriels se positionnent sur l'approvisionnement comme Areva Bioénergie qui a développé un procédé de torréfaction de la biomasse pour produire un charbon vert dont la commercialisation devrait débuter courant 2014.

Enfin, les sociétés de collecte de déchets et de recyclage dont Veolia propreté France recycling, avec plusieurs filiales de grands groupes de services à l'environnement, collectent les palettes industrielles et le bois de récupération en vue de sa valorisation énergétique. Certains de ces acteurs ont d'ailleurs tendance à élargir leur gamme de production, en se mettant à commercialiser des plaquettes forestières.

#### Les intégrateurs et assembleurs :

Les grands opérateurs de l'énergie se positionnent aussi comme intégrateur clé en main pour compte propre ou pour autrui pour livrer des chaufferies collectives et centrales clé en main et en faisant appel à des bureaux d'études pour la conception et des fournisseurs d'équipements et de sous-ensembles industriels. C'est notamment le cas des gestionnaires de réseau de chaleur (Dalkia, Cofely), ou encore des industriels qui ont plus récemment investi le marché de la bioénergie bois, notamment pour les plus grosses installations, à partir de leur savoir-faire et proposent des offres complètes clé en main de centrales biomasse bois qui intègrent une partie de leur propre production. Les principaux acteurs sont Alstom Power, Areva bioenergies, CNIM et Inova en ce qui concerne le marché français. Ces acteurs sont structurants pour l'ensemble de la filière biomasse bois énergie, avec un pouvoir de marché qui leur est très favorable vis-à-vis de l'ensemble de la chaîne de valeur tant amont (forestiers) qu'aval (fournisseurs d'équipements).

#### Les bureaux d'études technologiques et d'accompagnement de projets :

Pour les projets collectifs, des bureaux d'études interviennent au stade de la conception et de l'accompagnement du projet. De nombreux acteurs de ce type sont actifs en France, nous ne citerons que les principaux comme Altran et son département EILIS (Energy, Industry & Life-Sciences), Berim, Bertin Technologies du groupe CNIM, ou le finlandais Pöyry.

#### Les fabricants d'équipements de combustion et leurs sous-ensembles :

En dehors des fabricants produisant exclusivement des chaudières ou des poêles à bois, interviennent des constructeurs pour lesquels ces produits ne constituent pas leur cœur de marché, de même que de nombreux fournisseurs au premier rang desquels les fournisseurs de vitres et de tubes d'évacuation de fumées. Les acteurs de ce segment utilisent aussi des équipements destinés à faciliter la mobilisation de la ressource et sa transformation (convoyeurs, broyeurs...).

Sur le segment des **appareils indépendants** (poêles, foyers fermés, cuisinières bois ...) **les constructeurs** sont nombreux et de relativement petite taille. Parmi eux on trouve des entreprises françaises qui dominent le marché français : Brisach, Invicta, Fondis, Godin, Supra, Turbofonte, Richard le Droff, Cheminées Philippe, Self climat Morvan, etc... et sont aussi présentes à l'export avec 20 à 30 % de leurs chiffres d'affaires.

Plus spécifiquement pour les **chaudières individuelles** : les plus gros acteurs du marché français sont les français Atlantic, Deville Thermique, les allemands Bosch thermotechnologie, Viessmann, De Dietrich thermique. Les autres acteurs du marché français sont des PME ne dépassant pas 50 salariés, Self climat Morvan, Perge, Silène, Synergie, Chaudières Miquée, chauffage Lambert.

Sur le segment des **chaudières collectives**, le nombre de fabricants est plus restreint. Ces entreprises restent néanmoins de petite taille, ainsi les plus grosses entreprises européennes du secteur comptent autour de 200 salariés selon Eurobserv'ER.

Les leaders européens sur ce marché sont des entreprises autrichiennes (Ökofen, ETA Heitztechnik), finlandaises (Wärtsilä biopower OY), suédoises (KMW Energi, Hotab, Järforsen) et allemandes (HDG Bavaria, Buderus (groupe Bosch)). Toutes ces entreprises sont issues de pays disposant d'un important patrimoine forestier et d'une longue tradition du chauffage au bois. On dénombre en France 3 entreprises d'envergure internationale qui sont leaders sur le marché français (64 % du marché français des installations raccordées à un réseau de chaleur en 2008<sup>50</sup>) : COMPTE-R, Energie Système, Weiss France.

---

<sup>50</sup> Source CIBE cité dans « Soutenir la compétitivité des filières françaises de production d'énergie renouvelable » p14, Cosei sept. 2011

Ces entreprises au profil et savoir-faire traditionnel et artisanal disposent de moyens de recherche, qui restent cependant limités.

Ces entreprises s'appuient sur un réseau de **fournisseurs** de pièces et sous-ensembles en fonderie, produits réfractaires, conduits inox (ex groupe Poujoulat leader européen), verres résistants aux hautes températures pour le chauffage domestique individuel (ex Keraglass filiale de Saint Gobain...).

Les chaudières font appel aux acteurs de la chaudronnerie (La Fonte Ardennaise, Pebeco, Fonderie de Niederbronn - filiale de De Dietrich).

Les chaudières intègrent aussi des **capteurs et de l'électronique pour le contrôle** des installations, et pour les plus grosses des **systèmes complets de gestion informatisés** et contrôle commande dont les principaux fournisseurs sont les grands groupes internationaux (le français Schneider Electric, le suisse ABB, l'allemand Siemens, l'américain GE) qui sont aussi en partie les **fournisseurs de sous-ensembles électriques** (coupe circuits, convertisseurs, régulateurs, postes de livraison vers le réseau...).

À partir de ce stade les acteurs mentionnés travaillent uniquement sur le segment collectif.

Pour les installations collectives interviennent aussi des fournisseurs de **systèmes de traitement de fumées** (désulfurisation, Nox, poussières,...) qui sont parmi les éléments critiques de la centrale. On trouve parmi ces acteurs des intégrateurs précédemment cités : CNIM avec sa filiale LAB, Alstom.

Pour les installations valorisant aussi la biomasse sous forme d'électricité interviennent des **fournisseurs de systèmes de conversion d'énergie**, turbo alternateurs et systèmes de cogénération parmi lesquels on retrouve GE et Siemens, Alstom et CNIM à travers sa filiale Babcock Wanson.

**La mise en œuvre du projet** implique l'intervention d'entreprises du BTP ainsi que des acteurs ayant des compétences dans le raccordement réseau pour la partie privée et les gestionnaires du réseau public ERDF et RTE suivant la puissance du site. Le raccordement du réseau privé est l'apanage des grands groupes français dont parmi les plus impliqués figurent Eiffage à travers sa filiale Eiffage énergie (ex Forclum), CEGELEC filiale du groupe Vinci Energie, Bouygues énergies & services (ancien ETDE). Pour les réseaux de chaleur interviennent les principaux gestionnaires Dalkia, Cofély, Coriance, Idex énergie.

#### **L'exploitation et la maintenance des chaufferies collectives et centrales biomasse bois énergie**

Nous avons déjà cité les gestionnaires de réseaux de chaleur qui développent et exploitent des centrales biomasse comme Dalkia, Cofély. Parmi les exploitants de sites figurent aussi des industriels comme CNIM ou Areva bioénergies, des énergéticiens étrangers comme l'allemand E.ON qui développe des centrales biomasse en France.

Enfin, de nombreux acteurs proposent des services de maintenance pour tiers en dehors de leurs propres services après-vente. On retrouve ici les principaux intégrateurs industriels qui ont développé une offre spécifique comme CNIM avec sa filiale Babcock services, Alstom Power services ou encore le groupe Altawest (auquel appartient Inova) avec ses diverses filiales.

En dehors des industriels qui disposent de leurs propres équipes de R&D, des laboratoires publics œuvrent sur la thématique chauffage au bois : c'est principalement le cas du CEA et du LERMAB. Des centres techniques assistent les industriels : CETIAT (Centre technique des industries aéronautiques et thermiques à Lyon), COSTIC (centre d'études et de formation pour le génie climatique et équipement technique du bâtiment) à St-Remy-Les-Chevreuse, CRITT Bois d'EPINAL, CSTB (centre scientifique et technique du bâtiment à Marne-la-Vallée), ITEBE (Institut technique du bois énergie à Lyon)...

### 1.1.9 - L'emploi dans la filière bois énergie : environ 60 000 emplois en France en 2012 dont 14 000 en production

La DGEMP a évalué en 2007 l'emploi lié à la seule filière bois énergie sur la période 2000-2006<sup>51</sup>.

Le périmètre de l'étude comprenait :

- La production des différents combustibles bois énergie (bois bûches, plaquettes forestières et bocagères, granulés, plaquettes d'industrie et broyats de DIB) comprenant les opérations d'abattage, élagage, débardage et transformation sur site ou sur site de transformation jusqu'au transport sur site de stockage, de commercialisation ou de consommation
- Les activités liées aux plates-formes de stockage : gestion de ces structures de stockage et séchage jusqu'au transport sur site de consommation
- Les fabrications et exploitations des appareils à bois comprenant les fabrications des différents appareils à bois (poêles, foyers et inserts, chaudières individuelles, chaufferies collectives et industrielles), leur pose, leur entretien et l'exploitation dans le cas des chaufferies collectives.

Parmi les emplois recensés, on distingue les emplois directs qui concernent la chaîne de production et d'exploitation du bois-énergie et les emplois indirects qui sont des emplois sous-traités à des acteurs extérieurs à la filière ou externalisés à des prestataires de services. Ces derniers comprennent notamment des équipementiers divers (machines pour l'exploitation forestière, broyeurs, bennes etc.), des activités de transport ou de logistique ou des services tels que l'exploitation et la maintenance très fréquemment sous-traitées à des énergéticiens dans le cas de chaufferies collectives d'une certaine taille.

Le tableau ci-dessous résume les principaux résultats qui indiquent que **la filière bois représente près de 60 000 emplois**. L'étude fait ressortir une prépondérance des emplois situés en amont de la filière, au niveau de la production de la ressource (55 %) mais avec une large part d'emplois informels.

**La fabrication, la pose et l'exploitation des appareils de combustion génère 38,6 % des emplois (23 000)** dont la majorité est dédiée aux appareils individuels. C'est ce segment qui a le plus progressé dans un volume significatif sur la période, avec un doublement de ses effectifs, alors que l'ensemble de la filière voyait ses emplois progresser de 25 %.

**Tab. 22 - Les emplois de la filière bois (évolution 2000-2006)**

Secteur	Segment	Effectif (En nombre) (1)		Part des emplois indirects	Evolution 2000-2006  en %
		2000	2006		
Production de combustibles bois- énergie	Bois bûche	34 880	32 630	2 %	- 6 %
	<i>Dont emplois informels (*)</i>	<i>25 910</i>	<i>24 240</i>		
	Plaquettes industrielles et rebuts	560	2790	45 %	+398 %
	Autres combustibles bois- énergie (2)	90	620	31 %	+589 %
	<b>Sous-total</b>	<b>35 530</b>	<b>36 040</b>	<b>6 %</b>	<b>+1 %</b>
Stockage	<b>Plates-formes stockage</b>	<b>80</b>	<b>420</b>	<b>45 %</b>	<b>+425 %</b>
Fabrication, pose et exploitation	Poêles à bois, foyers/inserts individuels	10 910	20 740	16 %	+90 %
	Chaudières individuelles	440	820	32 %	+86 %
	Chaufferies	640	1 210	18 %	+89 %
	Cogénérations	260	260	27 %	=
	<b>Sous-total</b>	<b>12 250</b>	<b>23 030</b>	<b>17 %</b>	<b>+88 %</b>
<b>Total filière bois-énergie</b>		<b>47 860</b>	<b>59 490</b>	<b>10 %</b>	<b>+24 %</b>

1 : nombre d'emploi équivalent temps plein (soit 1645 h), 2 : plaquettes forestières et bocagères, granulés, sous-produits combustibles, paille.\* : correspond à la production de bois de chauffage pour l'autoconsommation, les échanges et les ventes de gré à gré. Source : « Evaluation des emplois dans la filière biocombustibles » : ADEME/Algoe et Blézat Consulting, 2007

<sup>51</sup> Source : « Evaluation des emplois dans la filière biocombustibles » : ADEME/Algoe et Blézat Consulting, 2007

Le rapport de la Pipame de 2012 sur le futur de la filière bois<sup>52</sup> confirme cette évaluation en citant 60 300 emplois en 2010 dont 10 % d'emplois indirects, Il n'y a cependant pas de déclinaison au niveau de l'Île-de-France concernant la biomasse combustible.<sup>53</sup>

Enfin, l'Ademe<sup>54</sup> propose une évaluation similaire de l'emploi national lié à la biomasse bois, avec un niveau de détail plus fin qui permet aussi d'isoler **l'emploi de production d'équipements de ceux liés à la commercialisation.**

**Tab. 23. Emplois directs en équivalent temps plein liés à la filière biomasse bois**

	2006	2008	2010	2012 prev.
<b>Equipements</b>				
Bois domestique	12 190	12 130	11 200	11 150
Bois collectif	1 850	1 330	3 100	3 370
<b>Ventes</b>				
Bois domestique	6 630	6 110	6 460	5 260
Bois collectif	1 540	1 760	2 460	3 200
<b>Total</b>	<b>22 210</b>	<b>21 430</b>	<b>23 220</b>	<b>22 980</b>

Source : ADEME

On constate que ce secteur est relativement intensif en emplois de production avec une proportion stable dans le temps de 63 % d'emplois liés à la fourniture des équipements.

Le marché du bois domestique plus atomisé puisqu'il concerne potentiellement 18 millions de logements individuels, avec des volumes relativement importants (voir le détail en pages 59-60) explique en partie la relative stabilité de l'emploi industriel. Sur ce segment la part des emplois industriels s'élève à 68 %.

Concernant le segment bois collectif qui porte sur les chaudières, la proportion de l'emploi industriel est plus faible (51 %). Le marché est naturellement plus étroit que sur le segment individuel mais avec des installations plus complexes. On constate que ce segment progresse, avec un quasi doublement des effectifs entre 2006 et 2012 (+ 11,6 %/an), contrairement au segment bois individuel qui stagne voire régresse. Ceci est lié à la politique gouvernementale de développer préférentiellement le bois collectif.

### **En Île-de-France**

À partir de ces chiffres nationaux et suivant la part du marché francilien pour les équipements individuels (10 % du marché national) on peut extrapoler l'emploi francilien à **1 650 emplois** sur le segment individuel.

En se basant sur le parc installé en Île-de-France sur la période 2001-2012 (93Mw) comparé au parc national (3 200 Mw) on peut par la même méthode estimer l'emploi francilien lié à la biomasse collective à 3 % du total national soit **200 emplois.** (voir détail des calculs en annexe II)

**Fig. 31. Les ventes d'équipements à granulés ont connu la plus forte progression**



© Propellets Autriche, [www.bioenergie-promotion.fr](http://www.bioenergie-promotion.fr)

<sup>52</sup> Pipame : « Prospective sur le marché actuel des nouveaux produits issus du bois et des évolutions à échéance 2020 », 2012.

<sup>53</sup> Voir à ce titre « La filière bois en Île-de-France : un fonctionnement qui dépasse les limites régionales », INSEE/Driaaf IDF <http://driaaf.ile-de-france.agriculture.gouv.fr/Foret-biomasse-biodiversite,473>

<sup>54</sup> Source : « Marchés, emplois et enjeu énergétique des activités liées à l'amélioration de l'efficacité énergétique et aux énergies renouvelables : situation 2010-2011 et prévisions 2012 », ADEME juillet 2012.

## 1.1.10 - Les acteurs des filières biomasse bois énergie présents en Île-de-France : au minimum 300 emplois sur le segment industriel

### 1.1.10.A - Éléments statistiques sur les acteurs franciliens de la biomasse bois énergie

Selon notre recensement<sup>55</sup> 142 établissements sont actifs en Île-de-France dans le domaine de la biomasse énergie bois employant près de 16 000 personnes dont seule une petite fraction est réellement active dans la biomasse bois énergie.

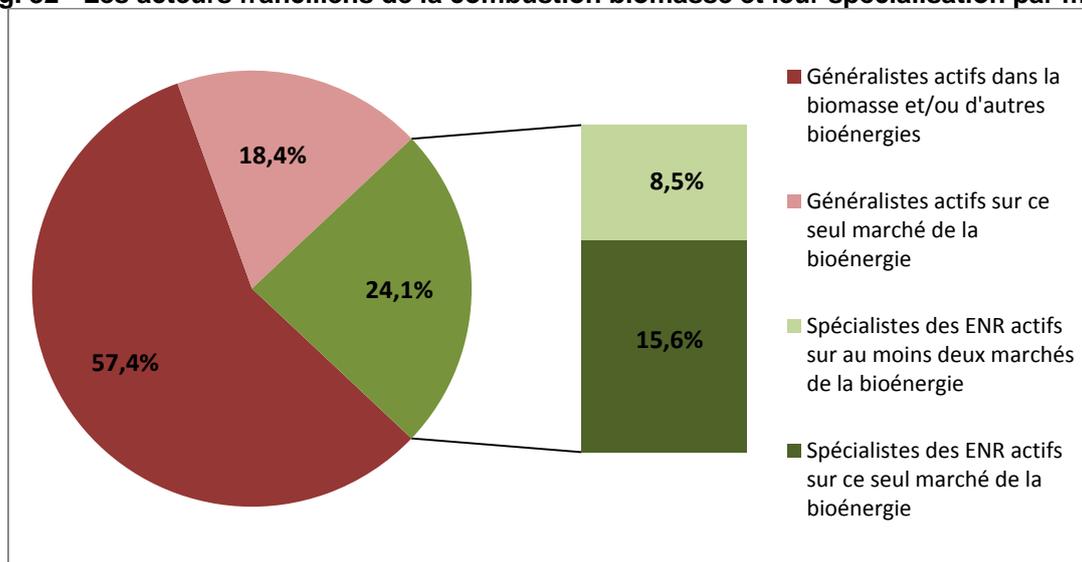
Comme déjà mentionné en introduction de cette seconde partie portant sur la déclinaison par famille de bioénergie et comme tout au long de cette étude, les effectifs sont loin d'être entièrement dédiés à la bioénergie, puisqu'ici les  $\frac{3}{4}$  des établissements impliqués représentant 95 % des effectifs sont des généralistes non spécialisés dans les ENR. La plupart de ces acteurs ont un portefeuille d'activités qui dépasse largement le seul domaine de la biomasse bois. C'est pourquoi il est difficile de fournir une estimation fiable du nombre d'emplois liés à la filière bois énergie en Île-de-France, même pour les 24 % de spécialistes des ENR qui interviennent dans la biomasse bois énergie (voir ci-dessous) dont 15,6 % (22 établissements) n'ont pour seul marché que la biomasse bois énergie.

Le seul chiffre que l'on puisse avancer avec certitude porte sur 22 établissements ayant une forte majorité de leur activité dans le segment biomasse bois combustible et qui se résume aux producteurs de plaquettes et granulés (10 établissements), aux fabricants de poêles à bois et inserts (4 établissements) auxquels on peut adjoindre les fournisseurs de conduits de cheminées et produits réfractaires (3 établissements), ainsi que 4 bureaux d'études spécialisés dans la biomasse bois énergie.

**Ces 22 établissements emploient au total 185 personnes.**

On pourrait sans trop de risque adjoindre à ces effectifs les 120 salariés du site de production d'EuroKéra (plaques vitro céramiques pour cuisinières et verre plat destinés aux poêles), ce qui porterait ce **total à environ 300 emplois, ce qui constitue la fourchette basse de l'emploi francilien de la filière biomasse énergie bois** (hors effectif liés à l'exploitation des chaufferies).

Fig. 32 - Les acteurs franciliens de la combustion biomasse et leur spécialisation par marché



Source : IAU îdf

<sup>55</sup> Voir la note méthodologique en annexe 1

### 1.1.10.B - Les acteurs de la filière francilienne biomasse bois énergie

Tout comme au niveau national, les grands groupes se positionnent plus particulièrement sur les secteurs collectif, tertiaire et industriel tandis que les PME investissent essentiellement le segment domestique.

#### **Approvisionnement**

En amont de la filière les **fournisseurs et gestionnaires de la ressource** sont présents avec notamment plusieurs grands acteurs comme ONF Energie, Dalkia bois énergie, Valobois (filiale de Cofély du groupe GDF-Suez) ou encore Veolia Propreté recycling positionné sur la récupération de bois de rebut, dont le siège et les services commerciaux sont présents en Île-de-France mais qui ont aussi développé des plates-formes d'approvisionnement (Cofély avec deux plates-formes une à Lagny-sur-Marne et une autre dans le Val d'Oise) pour alimenter les chaufferies biomasse qu'ils exploitent (Dalkia et Cofély). D'autres fournisseurs de la ressource biomasse énergie d'envergure régionale ou locale sont présents en Île-de-France et servent à la fois le marché collectif et privé comme Terrenergie à Vulaine-les-Provins qui produit en France, Eo2 dont le siège est à Malakoff et qui produit en Auvergne, Metropole biomass energy (groupe Holding verte) dont le siège est à Paris et qui a passé un contrat avec deux sites de production en Île-de-France à Millemont (78) et Ozoir-la-Ferrière (77) ainsi qu'avec une plate-forme de distribution à La Queue-en-Brie (94), GCF (groupe de coopération forestière) dont le siège est à Paris avec une unité de production dans les Yvelines, ou encore Sicsa spécialiste de la valorisation des sous-produits forestiers en plaquettes à Alfortville (94).

#### **Études et conception**

Sur le segment collectif uniquement, les grands opérateurs de l'énergie producteurs de chaleur dont le coeur de métier est l'exploitation de réseaux et de sites se positionnent aussi comme **intégrateur clé en main**, avec une offre tournée vers les collectivités, incluant le développement des réseaux de chaleur franciliens qui forment le premier réseau de France.

On retrouve dans la région les principaux acteurs nationaux avec leurs sièges (Cergy pour Cofély, Puteaux pour Dalkia, Boulogne-Billancourt pour le néerlandais Idex, Courbevoie pour Sechilienne Sidec qui est surtout actif en Outre-Mer), de nombreux sites secondaires tertiaires, ainsi que les sites de gestion et d'exploitation d'installations biomasse (239 en France pour Dalkia et 9 chaufferies dont 3 d'une puissance supérieure à 5Mw pour Cofely en Île-de-France). C'est aussi le cas de spécialistes de la biomasse énergie comme Weya qui propose des solutions clé en main et exploite 5 sites en France depuis son siège à Malakoff.

Tous ces intégrateurs clé en main s'appuient sur une offre d'ingénierie pour les plus gros équipements dont les principaux sont Bertin Technologies (groupe CNIM), Berim, Altran Eilis, Pöyry... Parmi ceux-ci une jeune entreprise Enertime spécialisée dans les centrales biomasse d'une puissance supérieure à 500 KW souhaite se positionner comme intégrateur industriel et mène une activité de R&D pour développer son offre à laquelle collabore le laboratoire Dynfluid de l'Ecole nationale supérieure des arts et métiers (Ensam).

Par ailleurs interviennent les bureaux d'études pour la mise en œuvre de solutions énergétiques intégrant la biomasse énergie. Ces acteurs peuvent être de petites structures agissant en appui de définition du projet et son accompagnement, mais aussi de plus grandes structures ayant une dimension internationale et qui proposent des solutions clé en main pouvant aller jusqu'à la gestion de sites. Parmi ces derniers acteurs on trouve les énergéticiens qui se placent en intégrateurs de solutions et de technologies.

#### **Fournisseurs industriels**

La présence des acteurs de la **filière bois énergie** en Île-de-France est relativement limitée en ce qui concerne le **segment purement industriel**.

En amont, sur le segment traitement de la ressource, interviennent des fournisseurs de matériels destinés à préparer le combustible bois à la phase de récolte de la matière première : cribleurs, tamis vibrants, convoyeurs, broyeurs ou encore presses pour produire des briquettes. Ces acteurs sont tous des distributeurs d'équipements essentiellement importés des Pays-Bas, d'Allemagne ou des Etats-Unis : Tema équipements, Weima France...

Concernant le segment des **équipements individuels** (poêles, cuisinières chaudières individuelles) on compte quelques acteurs spécialisés. Ces entreprises, souvent de grosses PME, sont majoritairement présentes à travers un centre de distribution de gros comme les Allemands Wolf (Massy) et Viessmann à

Combs-la-Ville, vers lesquels ils acheminent leurs produits. Self climat Morvan à Torcy est **le seul fabricant d'équipements complets en Île-de-France**, l'entreprise y est implantée depuis sa création en 1948 et dispose à ce jour d'un site unique de production et de logistique sur 7 000 m<sup>2</sup>. Le groupe Atlantic\* dont la direction générale internationale est localisée à Bourg-la-Reine produit ses chaudières ailleurs en France.

Le segment des **chaudières collectives** est en Île-de-France principalement représenté par des grands groupes français intégrateurs pour les plus grosses installations clé en main et des constructeurs majoritairement étrangers pour les équipements (chaudières).

**Fig. 33 - Le montage d'une chaudière Bois à Torcy**



Source Self-Climat Morvan

Les **intégrateurs industriels** qui proposent une offre complète d'équipements et de services qui intègre une partie de leur production propre sont relativement nombreux en Île-de-France à travers leurs sièges, centres de recherche ou technologique. C'est le cas des grands groupes industriels français : Alstom Power qui dispose d'une offre en interne de chaudières, turbines et turbo alternateurs, de systèmes de contrôle et de systèmes de traitement des fumées, d'Areva bioénergies qui a développé une offre clé en main en s'appuyant sur le savoir-faire industriel du groupe Altawest, la CNIM à partir de ses compétences en chaudières et systèmes de traitement des fumées, ou encore Inova (groupe Altawest) à partir de son savoir-faire dans les fours et grilles de combustion.

Les **fabricants de chaudières** sont principalement étrangers, notamment allemands comme De Dietrich ou Viessmann aussi présent sur ce segment, le spécialiste autrichien Polytechnik et le britannique BAXI. Ce dernier a racheté le français Idéal standard dont le siège se trouve au Blanc Mesnil. Soulignons que l'allemand Buderus (filiale de Bosch Thermotechnologie) est fabricant de chaudières dont des chaudières biomasse avec un bureau commercial à Villeneuve-la-Garenne ainsi qu'un centre de formation destiné aux chauffagistes. Self Climat Morvan propose aussi une gamme adressée au secteur collectif.

Pour ces groupes hormis Polytechnik et Self Climat Morvan, le marché des énergies renouvelables ne représente qu'une fraction encore minoritaire de leur activité. Par ailleurs le groupe Fama dont le siège est à Boulogne-Billancourt fournit des sous-ensembles pour incinérateurs bois et biomasse végétale.

Par ailleurs, Paris innovation a récompensé Amoes, une TPE francilienne basée à Chatenay-Malabry (91), spécialisée dans la conception de bâtiments à énergie positive et qui travaille à la mise au point d'une chaudière bois productrice d'électricité.

(Fig. 34 - ci-contre, le centre de stockage de Westaflex de 1 400m<sup>2</sup>, à Vitry-sur-Seine, source Westaflex.)



Parmi les fournisseurs de sous-ensembles qui interviennent sur les marchés individuel et collectif on trouve notamment le producteur de vitres spéciales haute température EuroKéra, co-filiale de Saint-Gobain et de Corning, fabricant de verre de spécialité qui produit l'ensemble des vitres destinées à équiper les appareils de chauffage à combustion sur son site de Bagneux sur Loing (77) avec près de 120 salariés. On trouve aussi plusieurs fournisseurs de tubes zinc pour tubage des cheminées. Ce sont principalement des PME avec notamment Westaflex-bâtiment (groupe Poujoulat) avec un site de stockage et de distribution de 1 400 m<sup>2</sup> à Vitry-sur-Seine (94) ou encore Coffin-Modinox intégré au groupe alsacien Hild qui dispose à Aubervilliers (93) d'un de ses deux sites de production avec une vingtaine de salariés, des équipements de production tels que soudeuses et découpes laser, poinçonneuses numériques, robots de pliage, roulage, formage pour les conduits de fumée.

Pour les chaudières de plus grosse puissance, il faut inclure des fournisseurs de **systèmes de conversion de l'énergie** (turbines à vapeur et turbo alternateurs) avec pour principaux représentants en Île-de-France Alstom power, CNIM Babcock Wanson, GE energy power conversion à Massy, Siemens energy.

Concernant les **systèmes de gestion des sites et de contrôle commande** interviennent Schneider electric depuis son siège à Rueil-Malmaison et ses 460 salariés, Alstom très présent en Île-de-France, le suisse ABB depuis son siège des Ulis avec 100 salariés, les américains GE Energy Power Controls à Aulnay Sous-Bois ou GE Fanuc Automation à Massy ainsi que Emerson Power Management à Rungis ou encore l'allemand Siemens dont sa division automation basée à Saint-Denis.

### Mise en œuvre et exploitation

Au niveau des acteurs franciliens chargés de la mise en œuvre du projet de chaufferies biomasse bois on retrouve ceux cités dans la description de la filière au niveau national (chap 1.1.8 p 63) avec les grands groupes ERDF et RTE pour le réseau électrique, Dalkia, Cofély, Coriance, Idex énergie pour les réseaux de chaleur, suivant la puissance du site. Le raccordement du réseau privé est l'apanage des grands groupes français dont parmi les plus impliqués figurent Eiffage à travers sa filiale Eiffage énergie (ex Forclum), CEGELEC filiale du groupe Vinci Energie, Bouygues energies & services (ancien ETDE).

**Exploitants de chaufferies biomasse** : Enfin, il faut rappeler qu'en bout de chaîne de nombreux acteurs qui se positionnent comme développeurs et intégrateurs exploitent aussi les chaufferies bois franciliennes en propre ou pour autrui comme Dalkia (Véolia environnement), Cofély et Coriance (GDF-Suez), le néerlandais Idex énergies, le belge Waterleau, Alstom, Areva Bioénergies, CNIM, à côté d'acteurs uniquement exploitants comme Urbaser, Véolia environnement ou l'énergéticien allemand E.on.

La maintenance des sites est assurée soit en propre par les exploitants qui en ont les compétences, soit par des sociétés spécialisées qui sont souvent des filiales des grands groupes industriels qui proposent des offres intégrées clé en main. En Île-de-France on trouve ainsi CNIM Babcock services avec son siège et un grand centre de maintenance à La Courneuve avec une centaine de salariés ou encore Alstom power services dont le siège est situé à Levallois.

Il faut aussi signaler la présence du centre d'étude et de formation pour le génie climatique (COSTIC) financé par les professionnels du secteur qui emploie 42 personnes dont 24 ingénieurs.

### Les principaux acteurs industriels franciliens de la valorisation énergétique par moyens thermiques de la filière bois

Tab. 24. Les acteurs de la filière francilienne du chauffage au bois individuel

Combustible bois	Appareils de chauffage	
	Producteur de Biocombustibles	Fabricants de Poêles, inserts, cuisinières bois, chaudières
ONF énergie, Metropole biomass energy, GCF, EO2, Terrenergie, Valorisol eco-bois, Sisca	Atlantic, Baxi, De Dietrich, Fondis, Reka, Self Climat Morvan, Viessmann Wolf France	Acieries de la Seine (fonderie) Kemp SA (fonderie et pièces),  Goetze SA (produits réfractaires) Eurokera (vitres), Coffin-Modinox, Westaflex, Cheminées sécurité (tubage inox)

Source : Traitement IAU îdf

**Tab. 25. Les acteurs de la filière francilienne bois énergie du secteur collectif (habitat collectif, tertiaire et industriel)**

Approvisionnement	Etudes et conception		Industrie Equipements							Mise en œuvre du projet	Exploitation et maintenance	
			Concepteur Intégrateur industriel producteur	Fournisseurs de fours, et grilles ----- Fournisseur de chaudières	Fournisseurs de sous-ensembles mécaniques (trieuses, convoyeurs, brûleurs, pompes, vannes...)	Fournisseurs systèmes de conversion de l'énergie (turbo alternateur)	Fournisseurs de sous-ensembles électriques et électroniques (capteurs, systèmes électriques...)	Fournisseur de systèmes de contrôle	Conduits de fumées ----- Fournisseur de systèmes de traitement des fumées			
production de combustible transformé	Intégrateur assembleur / sce clé en main non producteur	Conception pour autrui de tout ou d'éléments, accompagnement de projets									Gestion exploitation de site	Maintenance / réhabilitation des équipements pour autrui
Dalkia bois énergie France, EO2, GCF, Metropole biomass energy, ONF énergie, Paprec Terreneergie, Valobois, Valorisol eco-bois, Veolia propreté France recycling  Areva bioenergies	-Areva bioenergies -Vinci env. -Waterleau -Cofély -Dalkia -Idex énergies -Coriance	-Berim -Catalysair -ESETA -Girus -Ingénierie Centrales énergétiques (ICE) -Merlin -PÖYRY SAS -SETEC energy solutions -Servithen -MD&Cie & Ass. -Waterleau	-Alstom Power -CNIM -Inova (Altawest)	-CNIM -Inova (Altawest) -Waterleau -Fama  ----- -Alstom -Atlantic -Buderus (bosch) -CNIM Babcock Wanson -Leroux & Lotz turbomachines (Altawest) -Polytechnik -Reka -Self climat Morvan -Viessmann	-Axflow -Bollegraaf -Blik -CMD -CNIM Babcock Wanson -Danfoss -Gardner Denver -Karl Dungs -Nederman -Sterling Fluid Systems -Sulzer pump	-Alstom power -CNIM Babcock Wanson -GE energy power conversion -Siemens energy	-ABB -Bronkhorst -Danfoss -GE -Kobold inst. -Mersen -Schneider electric -Siemens	-ABB -Alstom -GE power controls -Schneider electric -Siemens -Emerson Process management	-Coffin-Modinox, -Westaflex, -Cheminées sécurité ----- -CNIM-LAB -Alstom -Hosokawa micron -Ereie -Waterleau -Polytechnik -Servithen -Tiru	-Dalkia, -Cofely, -ERDF, -RTE, -CEGELEC, -Faitech,	-Urbaser -Veolia env. -CNIM -Idex énergie -Dalkia -Cofely -E.ON -Coriance -Waterleau	-CNIM babcock services -Alstom power services

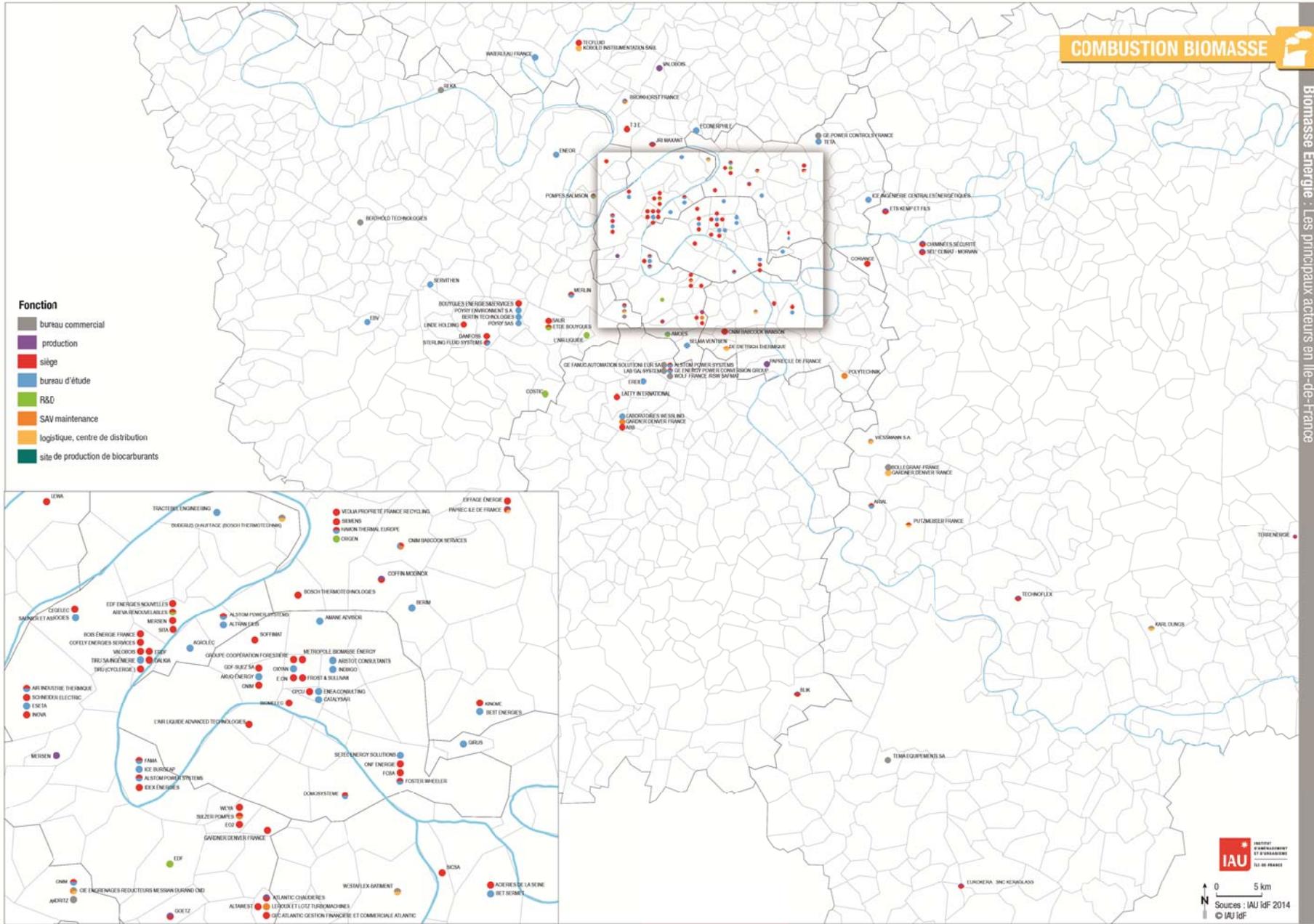
Source : Traitement IAU îdF

# COMBUSTION BIOMASSE



Biomasse Énergie : Les principaux acteurs en Île-de-France

- Fonction**
- bureau commercial
  - production
  - siège
  - bureau d'étude
  - R&D
  - SAV maintenance
  - logistique, centre de distribution
  - site de production de biocarburants



## 1.2 - La filière valorisation thermique déchets ménagers

### 1.2.1 - Contexte européen et français

Les déchets urbains permettent de produire en Europe l'équivalent de 8,2 millions de tep/an en 2011 dont 1,25 pour la France<sup>56</sup>. Ceci place la France en seconde position des pays européens derrière l'Allemagne avec 2,4 Mtep.

La France produisait ainsi en 2011 à partir des déchets 2,2 TWh d'électricité (soit l'équivalent de ¼ de la production annuelle moyenne d'une tranche nucléaire de 1 100 MW installés) et 269 ktep de chaleur, essentiellement à 75 % en cogénération. Sa production apparaît cependant en retrait par rapport à des pays nettement moins peuplés comme la Suède, le Danemark ou encore les Pays-Bas. Elle ne se positionne que 3<sup>e</sup> en Europe derrière l'Allemagne et l'Italie pour la production d'électricité et 4<sup>e</sup> pour la production de chaleur derrière l'Allemagne, la Suède et le Danemark.

En France en 2010, les déchets ménagers et assimilés représentaient 20 millions de tonnes dont 14,1 millions de tonnes sont traités par incinération. Comme dans tous les pays européens, la quantité totale de déchets ménagers produits progresse, avec cependant une production par habitant qui baisse à 366 kg par habitant en 2010<sup>57</sup>. A cette date la part des ordures ménagères valorisées par traitement thermique était de 35 % en légère progression du fait d'une réduction de la part des déchets enfouis. La France, qui pratique relativement peu l'enfouissement comparé à ses voisins (28 % pour une moyenne européenne de 37 % en 2010), se situe au contraire parmi les pays qui ont un recours le plus intensif à l'incinération (35 % pour une moyenne de 23 %). D'autres pays européens (Roumanie, Bulgarie, Grèce, Irlande) ne la pratiquent pas du tout mais pratiquent intensivement l'enfouissement. Ce dernier mode de gestion des déchets ménagers est appelé à disparaître selon les directives de l'Union européenne.

En Île-de-France, sur les 4,3 Mt de déchets ménagers et assimilés collectés en 2010, 3,15 MT ont été incinérés avec la production de 3 300 Gwh thermiques et 606 Gwh électriques<sup>58</sup>.

### 1.2.2 - Le gisement de déchets ménagers renouvelables potentiellement valorisable par incinération voué à baisser en France

Selon les industriels du secteur représentés par la CEWEP<sup>59</sup>, compte tenu des objectifs de réduction de la proportion de déchets enfouis, il faudra construire 61 nouvelles usines d'incinération en Europe dans les 10 prochaines années pour absorber une partie des déchets qui se trouveront alors « remis sur le marché ».

En France, l'option affichée par le Grenelle 2 était une réduction de 15 % de la quantité de déchets incinérés entre 2009 et 2012.

Depuis, aucun objectif officiel n'a été fixé, sauf la mention d'une stagnation de l'incinération en France.

Un document non officiel, issu du groupe de travail déchets de la Commission des déchets envisage à l'horizon 2020 une réduction globale de l'incinération de 1 million de tonnes (sur un total de référence de 13,8 millions de tonnes en 2010) qui pèserait uniquement sur l'incinération faisant l'objet d'une valorisation énergétique peu efficace (taux de valorisation inférieur à 60 %).

---

<sup>56</sup> Source : « Baromètre des déchets municipaux solides renouvelables », Euroserv'ER décembre 2012

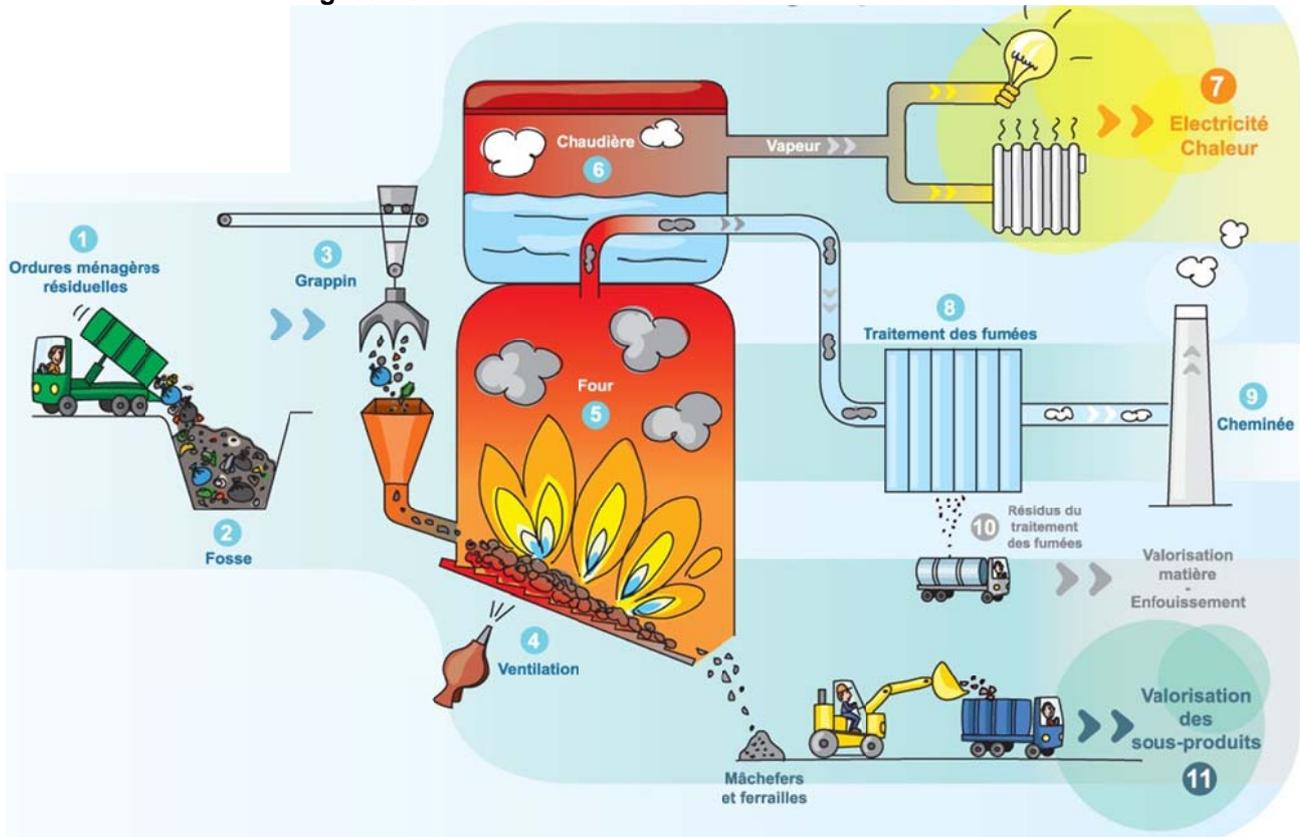
<sup>57</sup> Enquête ITOM 2010 de l'ADEME

<sup>58</sup> Source : ORDIF, tableau de bord des déchets franciliens 2013 (chiffres 2010)

<sup>59</sup> Confederation of European waste to energy plants (CEWEP)

## 1.2.3 - Principe de fonctionnement d'une unité d'incinération des ordures ménagères

Fig. 35 - Schéma d'une unité de valorisation des déchets



Source : Lucie Jeantils – TIRU

1 à 3 : entrée et stockage matières : les déchets sont déversés dans une fosse (2), un grappin répartit les déchets et les aide à atteindre la chambre de combustion par une trémie d'alimentation (3).

2 : cycle de combustion : la combustion qui comporte 3 phases débute par un séchage puis la combustion des déchets puis la récupération des résidus solides (mâchefer). La combustion est assurée par un four (5) équipé de grilles de différents types (à recul, oscillantes, tournantes, à lit fluidisé, à rouleaux, à gradins...) qui assure le brassage des matières, avec des systèmes de ventilation pour favoriser la combustion (4).

3 : la Chaudière (6) assure la transmission de l'énergie générée par la combustion (la chaleur des gaz émis atteignent les 1 000°) en vaporisant de l'eau qui permettra soit d'alimenter en direct des réseaux de chaleur (rendement de 90 %), soit de produire de l'électricité seule via un turbo alternateur (rendement 35 %), soit de produire chaleur et électricité par des systèmes de co-génération (rendement supérieur à 80 %)(7). Les gaz en sortie de chaudière n'atteignent plus que 400°.

4 : Après avoir porté à ébullition l'eau via un circuit d'échange de chaleur, les gaz issus de l'incinération sont acheminés vers un système de traitement des fumées (8) pour être débarrassés des poussières, du soufre, métaux lourds, dioxine, gaz acides... puis évacués par la cheminée (9).

Les résidus solides d'incinération (mâchefer 11) ou issus du traitement des fumées (10) sont récupérés, valorisés ou enfouis (pour les résidus ultimes).

Ainsi une UIOM est constituée de 3 sous-ensembles principaux :

- le four avec sa grille qui est l'élément le plus critique,
- le système de traitement des fumées,
- les systèmes de valorisation de la chaleur de la combustion en énergie.

La chaîne de valeur de la filière s'articule autour de ces différentes sous-parties en ce qui concerne les fournisseurs d'équipements (voir 1-2-8 p82).

## 1.2.4 - La R&D en matière d'incinération des déchets

La feuille de route stratégique portant sur la collecte, le tri, le recyclage et la valorisation des déchets<sup>60</sup> précise les axes de recherche prioritaires pour atteindre les objectifs de réduction de la quantité de déchets enfouis et incinérés.

L'axe 1 porte sur le tri et la préparation des matières et des produits concernant la valorisation. On peut noter plus particulièrement les besoins en recherche sur les techniques de broyage et déchiquetage, ainsi que les techniques de séparation automatique pour les matières en mélange.

L'axe 2 porte sur la transformation et la mise en œuvre de la matière et des produits usagés. Sur la partie valorisation énergétique des déchets par incinération, la feuille de route identifie des besoins pour des technologies plus adaptées aux combustibles solides de récupération, ainsi que pour de nouveaux procédés thermiques qui doivent démontrer une efficacité énergétique optimisée.

L'axe 3 porte sur la caractérisation des déchets et des matières et métrologie. Il est indiqué que des recherches sont nécessaires sur le thème de la valeur énergétique des déchets pour les flux hétérogènes afin d'améliorer les procédés de production d'énergie. Par ailleurs, la recherche sur le contenu en polluants et contaminants afin de mieux les orienter en amont et adapter les procédés de valorisation et leur impact sur l'environnement en aval.

L'axe 4 porte sur l'optimisation de la chaîne de valeur des filières. Situés en amont de la filière, la logistique et surtout le traitement de l'information sur les flux de déchets et leur nature via des usages émergents des TIC (puces RFID par exemple) ou toute autre technologie de marquage lors de la production des biens et produits, ou encore le traçage par GPS, sont de nature à faciliter les avancées sur l'axe 3.

Au final, la feuille de route souligne l'importance de la mise en place de démonstrateurs, plates-formes technologiques d'essais et expérimentations préindustrielles. Elle indique aussi la nécessité d'intégrer des solutions technologiques et organisationnelles associant les différents acteurs de la filière afin de les optimiser tant d'un point de vue technique, qu'économique mais aussi sociétal et environnemental.

Du côté des industriels fournisseurs des équipements, les efforts de recherche portent essentiellement sur l'axe 2, mais sont relativement modérés, les technologies à l'œuvre étant matures. Il s'agit pour ces acteurs d'adapter en continu leur offre par innovation incrémentale, en s'appuyant notamment sur les retours d'expérience à partir de l'exploitation de sites.

Les grandes entreprises de services d'utilité publique de traitement et élimination des déchets mènent pour leur part des recherches sur les déchets et leur potentiel de valorisation (axe 3 notamment), ainsi que sur la chaîne d'approvisionnement (axe 4). Ainsi Veolia dispose-t-il d'un centre de recherche en partie dédié aux déchets, le Centre de recherche sur la propreté et l'énergie (CRPE). Ce centre basé à Limay (78) mène environ 70 programmes d'études chaque année qui couvrent l'ensemble des problématiques techniques : véhicules propres et logistique des déchets, tri et recyclage, optimisation du stockage et de l'incinération, nouveaux modes de traitement, impact santé et environnement, énergies renouvelables.<sup>61</sup>

EDF travaille plus spécifiquement sur la conversion d'énergie et son optimisation sur ses sites franciliens.

Du côté des structures collaboratives (pôles et clusters) aucun n'aborde spécifiquement la question de l'amélioration des procédés d'incinération. Cependant plusieurs pôles et clusters adressent la question des déchets et de leur valorisation toute forme confondue, avec un accent particulier sur les techniques de tri, ainsi que sur la valorisation matière et le recyclage. Parmi ceux-ci on peut citer :

- Le pôle de compétitivité Optitec (optique et photonique) implanté en régions PACA et Languedoc-Roussillon investit le sujet de la gestion des déchets avec le projet TRI+ soutenu par Oseo. Il permettra un tri automatisé sans contact et à grande vitesse répondant aux besoins de déchets pour lesquels il n'existe pas actuellement de solution performante et améliorer la gestion des déchets qui font déjà l'objet d'un tri.

<sup>60</sup> Feuille de route stratégique « collecte, tri, recyclage et valorisation des déchets », ADEME, mai 2011

<sup>61</sup> Tire du site Veolia <http://www.veolia.com/fr/lexique/C.htm>

- Le pôle TEAM2<sup>62</sup>, situé en région Nord – Pas-de-Calais, se positionne sur la valorisation des déchets, des sols et sédiments contaminés, sur un marché du recyclage en forte croissance dans le contexte de raréfaction des ressources. Parmi les 4 axes stratégiques du pôle figurent plus particulièrement la caractérisation et l'identification des matériaux et matières dans leur dimension technique, sanitaire et environnementale, ainsi que la recherche sur les procédés de séparation et valorisation des matières complexes et composites.
- En Île-de-France, le réseau Optics Valley fédère des entreprises de l'optique dont plusieurs développent des technologies pouvant être utilisées dans le cadre du tri automatisé des déchets. Par ailleurs, le cluster Novagreen intervient sur la transformation des résidus valorisables en énergie parmi ses principales thématiques (première partie, chapitre 6 p36). Le pôle Advancity finance aussi des projets autour des déchets, que ce soit sur le tri (projet APR2 de séparation des plastiques), leur valorisation matière (Recyroute recyclage déchets issus de la déconstruction routière) ou énergétique (digestion anaérobie, procédé détaillé dans la partie biogaz).

### 1.2.5 - Dispositifs de soutien en faveur de l'incinération des déchets

Au **niveau national** le soutien à la filière incinération et valorisation énergétique des déchets passe par deux dispositifs :

- Un tarif d'achat de l'électricité : ce tarif fixé en 2001 se situe de 4,5 à 5 cts €/kWh auquel il faut adjoindre une prime à l'efficacité énergétique comprise entre 0 et 0,3 c€/kWh, cela pour des contrats d'une durée de 15 ans.
- Un taux de TVA réduit : la chaleur des incinérateurs, en tant qu'énergie renouvelable permet de bénéficier du taux réduit de TVA de 5,5 % à la date de 2013. Le fonds chaleur renouvelable de l'Ademe permet de bénéficier d'aides au raccordement des incinérateurs aux réseaux de chaleur.

Au **niveau régional**, l'incinération est intégrée au PREDMA (plan régional d'élimination des déchets et assimilés). Le plan actuellement en vigueur pour 10 ans et voté en 2009 par l'Assemblée régionale précise notamment qu'à l'horizon 2019 la production de déchets devra baisser de 50kg/habitant, que le taux de recyclage des emballages ménagers devra atteindre 75 % et que le compostage et la méthanisation seront développés, la valorisation par incinération devra quant à elle être encadrée. Le rapport du plan souligne un nombre important d'UIOM régionales ayant un taux d'efficacité énergétique inférieur à 0,6 (seuil au-delà duquel l'UIOM est considéré comme valorisant les déchets, alors qu'en deçà l'UIOM ne fait que les éliminer) et le **besoin pour celles-ci de faire l'objet d'améliorations et rénovations**. Sur les 11 identifiés, 6 font ou ont fait l'objet d'amélioration ou de reconstruction comme le site Isséane d'Issy-les-Moulineaux.

### 1.2.6 - Le marché des équipements d'incinération de déchets : *plus de déchets incinérés avec plus d'efficacité*

En Europe, la quantité de déchets ménagers est de 251 millions de tonnes en 2011. Elle est en baisse constante depuis 2007 (- 3 % sur la période). Cependant une fraction croissante de ces déchets ménagers est valorisée par incinération (22,1 %) avec un volume 55,7 millions de tonnes en 2011 en constante progression depuis 2005 (+ 3 % par an). Cette évolution est principalement due à la forte baisse de la mise en décharge qui représente 36 % des volumes en 2011 (90 MT) contre 43 % en 2005.

Selon le CEWEP<sup>63</sup>, ceci représente une marge de progression importante pour les acteurs de la valorisation énergétique sachant que certains pays comme la Grèce ou la Roumanie pratiquent presque exclusivement la mise en décharge. S'il reconnaît que la réduction de la mise en décharge doit principalement s'opérer par la valorisation matière (recyclage) et la méthanisation des matières organiques, ce même organisme précise qu'il faut s'attendre à ce que les capacités de traitement des déchets par incinération passent à 94 millions de

<sup>62</sup> [www.poleteam2.com](http://www.poleteam2.com)

<sup>63</sup> Selon le CEWEP : Confederation of European waste to energy plants

tonnes d'ici 2020, avec une croissance forte en Italie et au Royaume Uni qui souhaitent combler leur retard dans ce domaine, ainsi qu'en Europe centrale. Le CEWEP estime à ce titre qu'il faudra construire 61 nouvelles usines d'incinération en Europe dans les 10 prochaines années.

Désormais les constructeurs français se tournent prioritairement vers ces nouveaux marchés européens.

En France, à côté des 129 UIOM déjà construites, le chiffre d'affaires lié à la construction des UIOM est en chute depuis la fin des annuités liées à la période d'équipement. Ce chiffre a baissé de 345 M€ en 2006 à 43M€ en 2010<sup>64</sup>. Le marché des équipements en systèmes de traitement des fumées a connu la même tendance, bien que l'évolution toujours plus contraignante des normes oblige à des améliorations continues des systèmes existants.

À la date de janvier 2013, seuls 3 projets de construction ou reconstruction étaient recensés en France.

Le marché semble donc relativement atone en France, bien que le vieillissement des installations qui a conduit à un mouvement de renouvellement du parc, accéléré depuis 2006 par l'obligation de mise en conformité des UIOM, soit de nature à maintenir une activité, notamment concernant les unités de 40 ans et plus construites dans les années 1970. Ainsi en Île-de-France, le PREDMA insiste sur la nécessité d'améliorer la plupart des installations existantes.

Les constructeurs français cherchent<sup>2</sup> ainsi des relais de croissance à l'international, principalement en Europe auprès des pays ayant traditionnellement une forte culture de l'enfouissement et qui sous l'impulsion des directives européennes doivent abandonner ce mode de traitement et se tournent vers l'incinération : Royaume-Uni, Italie, Espagne, Europe centrale dont la Pologne et la Hongrie, Grèce... sont les principaux marchés. Une autre cible de choix est constituée par les pays émergents aux besoins énormes, dont la conscience environnementale progresse et dotés de capacités de financement leur permettant de financer de telles infrastructures. L'Asie figure au premier plan de ces nouveaux marchés pour les acteurs français.

Parallèlement, les industriels de la filière de traitement des déchets par incinération développent une nouvelle offre intégrée, basée sur le concept de « **valorisation énergétique multifilière** » qui associe une unité de tri en amont à des unités de valorisation en aval : méthanisation pour les déchets humides et putrescibles et incinération pour les déchets secs issus de la phase de collecte amont ayant le plus haut pouvoir calorifique inférieur (PCI). Certains projets intègrent aussi le traitement des boues d'épuration. Les professionnels misent sur la proximité immédiate de ces activités pour permettre des synergies (apport de chaleur de l'UIOM pour le traitement biologique, logistique optimisée...). Cette nouvelle offre devrait selon les industriels permettre de replacer la filière incinération au cœur de la chaîne de traitement des déchets en France en tant que mode complémentaire et non concurrent.

Au niveau de l'**exploitation d'UIOM**, parmi le top 10 des acteurs européens de l'incinération de déchets (exploitants), les groupes français Veolia propreté, Sita (groupe GDF-SUEZ) et Tiru (EDF) occupent les 3 premières places. Ces trois groupes représentent environ 1/3 de la gestion du parc d'incinérateurs européens (455 installations selon le CEWEP en 2012) et détiennent 90 % du marché français, le reste du marché est essentiellement assuré par des régies municipales.

**Tab. 26 - Les 5 principaux acteurs européens de la valorisation énergétique des déchets**

Entreprise	pays	employés	Nombre d'unités d'incinération	Tonnes de déchets traitées par an (millions de T)	Valorisation (GWh)	électricité
Veolia propreté*	FRA	70 000	92	5,2	7 400 (électricité et chaleur)	
Novergie (SITA/SUEZ)	FRA	1 341	40	4	2 416	
TIRU (EDF)	FRA	1 300	18	4,3	548 000	
Remondis	All	Nc	10	6,7	nc	
E.ON	All	700	18	4,4	540 000	
<b>Total</b>			<b>178</b>	<b>16,6</b>	<b>&gt; 1 998 000</b>	

Source Eurobserv'ER2012, \*France seulement

<sup>64</sup> Source : « Marchés et emplois des activités liées aux déchets - Situation 2006/2007 et perspectives 2008 » et « Marchés et emplois des activités liées aux déchets - Situation 2008/2009 et perspectives 2010 », ADEME

## 1.2.7 - L'emploi dans la filière incinération des déchets ménagers renouvelables : peu d'emplois purement industriels

L'Ademe estime<sup>65</sup> que l'emploi lié à l'incinération des déchets s'élevait à la date de 2008 à 3 819 emplois dont 3 709 pour l'exploitation et 110 à la construction des UIOM ainsi qu'à l'installation de nouveaux systèmes de filtration des fumées.

Par ailleurs dans une autre étude<sup>66</sup> datée de 2012 sur un champ différent, l'Ademe évalue à 530 les emplois renouvelables de l'incinération dont 30 seulement pour la production d'équipements (avec un maximum de 250 emplois pour la production en 2006 alors que le marché d'équipements était encore actif).

En France, selon l'enquête ITOM de l'Ademe, 14,1 millions de tonnes de déchets ménagers ont été traités par incinération et valorisés énergétiquement en 2010.

Si l'on extrapole ces chiffres à l'**Île-de-France**, sachant qu'elle traite 25 % des déchets ménagers nationaux dans ses installations d'incinération, on peut estimer à au moins 955 le nombre d'emplois directement liés au traitement des déchets, ce qui est un minimum sachant aussi qu'une part importante de l'ingénierie de ce secteur est localisée en Île-de-France. Si l'on considère que seulement 50 % de ces déchets sont renouvelables, on peut donc estimer **qu'au final 480 emplois sont liés à l'incinération de la fraction renouvelable des déchets** avec pour production fatale de l'énergie dont un très faible nombre (25) serait directement lié à la construction et la fourniture d'équipements.

Si l'on se base sur la seconde évaluation, la fraction des effectifs franciliens liés à la part renouvelable de l'incinération serait de 132 dont 8 liés à la production d'équipements.

**Selon ces deux approches, l'emploi francilien lié à la valorisation énergétique de la fraction renouvelable des déchets ménagers franciliens peut être estimé au minimum à 132 emplois et au maximum à 480.**

---

<sup>65</sup> « Marchés et emplois des activités liées aux déchets, situation 2007/2008 et perspectives 2009 », ADEME, 10 décembre 2009.

<sup>66</sup> « marché emplois et enjeux énergétiques des activités liées à l'amélioration de l'efficacité énergétique et aux énergies renouvelables : situation 2010-2011 et prévisions 2012 », ADEME novembre 2012.

## 1.2.8 - La chaîne de valeur de l'incinération des déchets et ses acteurs en France : une chaîne de valeur fortement oligopolistique

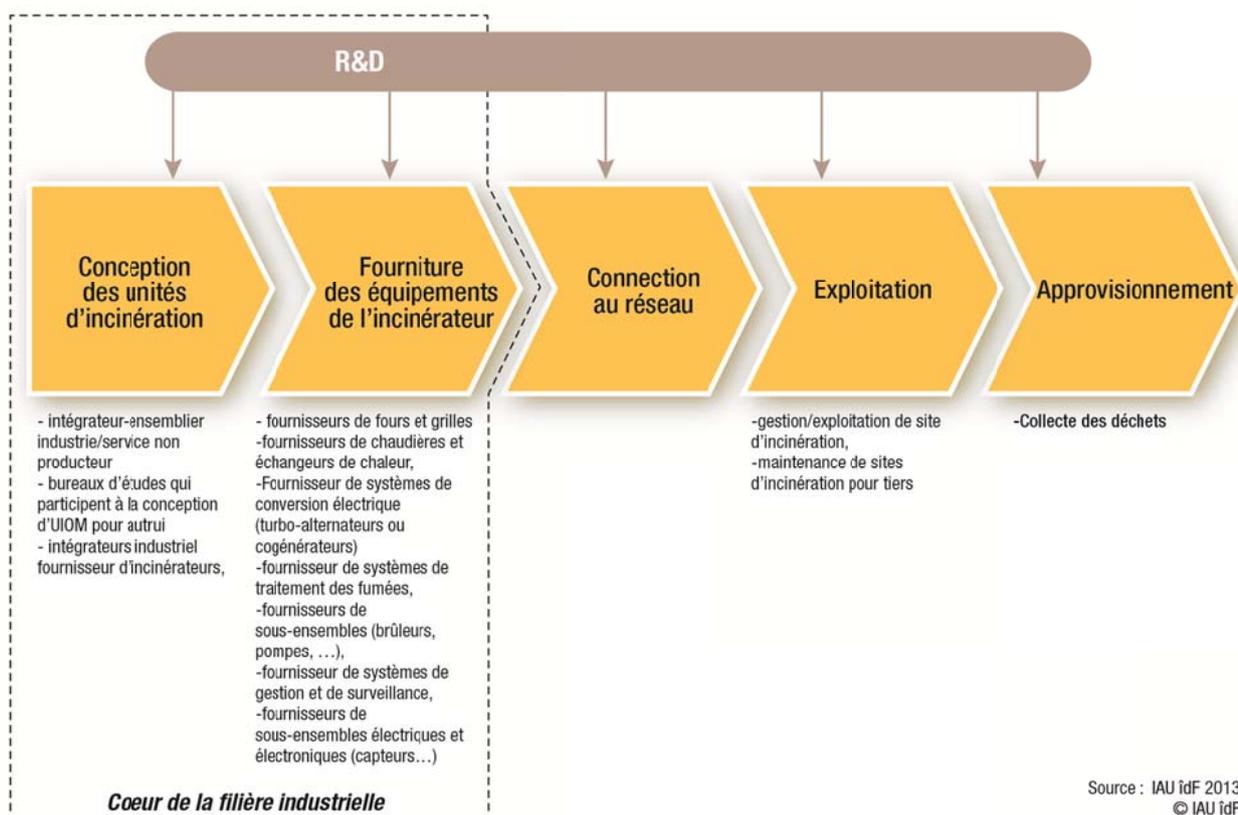
Les collectivités territoriales (et leurs syndicats intercommunaux de gestion de déchets) sont à l'initiative de tout projet de construction et d'exploitation d'unité d'incinération des déchets.

Ils établissent le cahier des charges et procèdent à des appels d'offres qui peuvent porter sur la construction seule, la construction exploitation ou l'exploitation seule, notamment dans le cadre d'un contrat de renouvellement. Selon le type d'appel d'offres, les constructeurs d'UIOM se positionneront, soit seuls, soit en association avec des spécialistes de l'exploitation des UIOM s'ils ne souhaitent pas le faire en propre.

Dans la filière du traitement thermique des déchets, les acteurs n'ont pas une activité spécifiquement dédiée aux ENR, qu'ils soient les gestionnaires des incinérateurs ou les fournisseurs de matériels. En effet pour tous ces acteurs l'activité première est le traitement/élimination des déchets. La production d'énergie est une activité fatale liée à celle-ci. Enfin, **les fournisseurs d'équipements et intégrateurs industriels sont aussi très présents sur le marché des centrales thermiques biomasse** qui font appel à des technologies très proches (voir chap 1.1.8 p.64)

Fig.36 -

### La chaîne de valeur de la filière **Incinération**



## 1) Conception des UIOM

### **Intégrateurs/ensembliers offrant une prestation clé en main**

À cette étape, les principaux acteurs intégrateurs/ensembliers offrant une prestation clé en main sont mobilisés en réponse à l'appel d'offre des collectivités. Ce sont soit des grands groupes dont le cœur de métier est la gestion des déchets, soit des groupes industriels.

On compte en France quatre acteurs principaux se positionnant en tant qu'intégrateurs clé en main pour la construction d'UIOM et qui se partagent l'essentiel du marché français :

- Vinci environnement,
- Tiru (filiale d'EDF),
- CNIM,
- Inova du groupe Altawest.

On peut ajouter à ce groupe d'autres acteurs plus confidentiels au niveau national comme le Belge Waterleau. Les principaux acteurs ont pour particularité de maîtriser la technologie des fours destinés à la combustion, qui constitue l'élément critique de l'UIOM avec la grille qui le compose.

-Le groupe CNIM est à la base un groupe industriel intégré multiportefeuille spécialisé dans les équipements lourds qui intervient sur plusieurs segments des bioénergies dont l'incinération des déchets. En matière d'usines d'incinération, il est à la fois concepteur (avec sa filiale d'ingénierie Bertin Technologies), constructeur et fournisseur de plusieurs sous-ensembles critiques : fours et sa grille selon 3 technologies différentes (à recul, tournante et à lit fluidisé), chaudières et brûleurs avec sa filiale Babcock Wanson, systèmes de traitement des fumées à travers sa filiale LAB.

Par ailleurs, le groupe CNIM se positionne aussi comme opérateur de sites d'incinération avant tout pour bénéficier d'un retour d'expérience. Enfin le groupe assure la maintenance et le renouvellement amélioration des équipements en propre mais aussi pour autrui à travers sa filiale Babcock Services pour les chaudières. Face à la forte baisse d'activité en France en matière de construction et de renouvellement d'UIOM le groupe CNIM se positionne à l'international et exporte ses réalisations au Royaume-Uni et en Europe centrale mais aussi sur les autres continents, notamment en Asie.

-Inova est un autre acteur industriel, intégré au groupe français Altawest, qui comme CNIM maîtrise différents éléments critiques constitutifs d'une UIOM. Inova est spécialisé dans la conception, construction et l'offre clé en main de centrales de cogénération, de valorisation énergétique de déchets ou de combustion biomasse. Inova est licencié exclusif de la grille du japonais Hitachi Zosen Inova pour plusieurs pays européens qu'il intègre à son offre de fours. Il conçoit différents systèmes de traitement de fumées, tandis que l'offre de chaudières et de turbines est assurée par Leroux&Lotz technologies et les alternateurs par Jeumont Electric toutes deux membres du groupe Altawest. Inova assure aussi l'exploitation des UIOM à travers sa filiale INOVA opérations, et de même que pour la CNIM, elle assure des prestations de maintenance à travers la société Leroux&Lotz Maintys filiale du même groupe Altawest.

-Vinci Environnement, du groupe Vinci se positionne aussi comme intégrateur clé en main à partir de son savoir-faire en matière d'ingénierie, génie civil et construction. Détenteur de licences pour une gamme de fours et grilles et de traitement des fumées qu'il développe en interne et dont il confie la fabrication à des sous-traitants, Vinci environnement intègre ces équipements, à son offre globale.

-Tiru filiale d'EDF est à la base un exploitant d'UIOM qui s'est positionné comme intégrateur clé en main après le rachat de Cyclergie devenue une filiale spécialisée dans la construction de fours. Tiru se positionne sur des UIOM de petite dimension.

-Le groupe d'ingénierie belge Waterleau qui a développé des technologies dans le domaine des fours et sur le traitement des fumées propose une offre clé en main d'UIOM et se positionne aussi sur l'exploitation. Cependant cet acteur n'a pour le moment pas emporté de marché en France sur ce segment.

### **Bureaux d'études participant à la conception des UIOM pour autrui**

Au sein de cette catégorie, on retrouve les grands acteurs de l'ingénierie industrielle : Altran et son département EILIS (Energy, Industry & Life-Sciences), Bertin technologies (groupe CNIM), Pöyry, Groupe Merlin, Girus, MD&Cie, Catalysair, qui participent à la définition du projet et l'accompagnent dans sa mise en œuvre.

## **1) Fourniture des équipements**

Les fournisseurs d'équipements produisent ou font produire sous licence des ensembles et sous-ensembles des usines d'incinération. Les intégrateurs et les fournisseurs de fours et grilles (souvent les mêmes) sont au cœur de la filière.

### **Industriels intégrateurs**

Au premier rang de ces acteurs on retrouve les industriels intégrateurs clé en main cités plus haut qui proposent l'ensemble de l'installation à partir de leur savoir-faire industriel sur certains composants critiques. Le groupe CNIM ainsi qu'Inova du groupe Altawest produisent en propre leurs équipements.

(Fig. 37 - A droite : Pontenx - four oscillant, source TIRU)



### **Fournisseurs de fours et grilles**

Les fournisseurs de fours et des grilles de tous types sont au cœur de la filière incinération des déchets. Ce sont en effet eux qui détiennent la technologie critique. On retrouve ainsi dans cette catégorie les quatre intégrateurs cités en (1). Cependant la plupart comme on l'a vu ne produisent pas en propre ces équipements, soit qu'ils sont importateurs exclusifs, soit qu'ils sous-traitent à partir d'une délégation de licence. Seul le groupe CNIM semble produire lui-même ses fours et grilles.

À partir de ce niveau de la chaîne de valeur, les acteurs ne sont pas spécifiques à l'incinération des déchets ni aux ENR en général, leurs matériels relativement polyvalents servant une multiplicité d'usages.

### **Fournisseurs de chaudières**

Plusieurs groupes industriels internationaux sont présents sur ce segment à commencer par le groupe CNIM et le groupe Altawest avec sa filiale Leroux & Lotz turbomachines mais aussi le français Alstom.

### **Fournisseurs de systèmes de traitement des fumées**

Autre sous-ensemble critique d'une UIOM, les systèmes de traitement des fumées sont fournis par les intégrateurs cités en (1) ou par leurs filiales : LAB pour CNIM, Vinci environnement et Cyclergie pour Tiru. Parmi les autres fournisseur, on peut citer le groupe Alstom ou le groupe belge Hamon avec sa branche thermique...

### **Fournisseurs de systèmes de conversion de l'énergie (turbo alternateurs, systèmes de co-génération)**

Les grands groupes industriels mondiaux proposent en France une offre dans ce domaine à l'adresse des constructeurs d'UIOM, à commencer par Alstom Power, Cnim avec sa filiale Babcock Wanson, l'américain GE Energy Power conversion ou encore l'allemand Siemens Energy, ainsi que les entreprises qui fournissent des sous-ensembles d'échange de chaleur comme le français Cogebio à Lyon Venissieux.

### **Fournisseurs de sous-ensembles mécaniques (brûleurs, pompes, vannes, trieuses, convoyeurs...)**

Les principaux acteurs de cette catégorie sont les fournisseurs de pompes comme l'allemand Sterling fluid System, le suisse Sulzer pump mais aussi Alstom... Parmi les fournisseurs de brûleurs on compte Cnim Babcock Wanson, l'allemand Karl Dungs avec une offre de systèmes de contrôle de combustion, des fournisseurs de systèmes de prétraitement (convoyeurs, broyeurs...) comme le neerlandais Bolegraaf.

### **Fournisseurs de systèmes complets de contrôle de production**

Tous les groupes électriciens mondiaux se positionnent sur la fourniture de systèmes complets de gestion et contrôle de production des UIOM : Schneider electric, l'allemand Siemens avec sa division automation & drive, le suisse ABB, les américains GE Power controls et Emerson process management. Ces groupes sont aussi fournisseurs de sous-ensembles électriques ou électroniques. Par ailleurs, le fournisseur français de centrales énergétiques Alstom Power fournit aussi des systèmes et équipements de contrôle.



### **Fournisseurs de sous-ensembles électriques et électroniques**

Outre les groupes précédemment cités, des entreprises spécialisées dans la fourniture de sous-ensembles, composants électriques et électroniques sont sollicités soit comme fournisseurs directs, soit comme fournisseurs des grands groupes. Ces entreprises fournissent tout un ensemble de systèmes d'instrumentation et d'analyse, de contrôle commande, d'entraînement, de capteurs, armoires électriques, régulation, démarreurs, coupe-circuits...

Parmi les autres fournisseurs industriels, on peut ajouter les groupes spécialisés dans les gaz industriels au premier rang desquels l'Air liquide, qui fournissent des gaz destinés à améliorer la combustion.

En aval interviennent les acteurs liés à l'exploitation des UIOM, gestion/exploitation des sites, maintenance et réhabilitation des sites et approvisionnement matière avec la collecte des déchets.

### **3) Construction et raccordement aux réseaux**

À ce stade interviennent les acteurs du BTP, ainsi que les gestionnaires de réseaux : RTE ou ERDF suivant la tension pour l'électricité, Dalkia, Coriance, Cofely, Idex... pour les réseaux de chaleur.

### **4) Exploitation**

#### **Gestion exploitation des sites UIOM**

À ce stade apparaissent les grands groupes de service d'utilité publique ayant développé une activité dans le traitement des déchets : Sita (GDF-SUEZ), Veolia environnement, SARP industrie pour les déchets dangereux, Idex énergie. A côté de ces grands groupes on trouve des acteurs de plus petite envergure notamment le groupe Séché et sa filiale Séché environnement ou Urbaser, et des entreprises locales.

Hormis Vinci environnement, les intégrateurs fournisseurs d'UIOM clé en main assurent aussi l'exploitation de quelques UIOM à des fins de retour d'expérience, tandis que pour Tiru, comme nous l'avons vu précédemment, le traitement des déchets constitue son cœur de métier.

Tous ces acteurs se partagent le marché que constitue l'exploitation des 129 UIOM de France.

#### **Maintenance pour autrui**

Si tous les fournisseurs d'équipements d'UIOM et de sous-ensembles proposent des services de maintenance des équipements qu'ils ont livrés, quelques acteurs proposent des services de maintenance de sous-ensembles d'UIOM pour autrui. C'est le cas de Babcock services du groupe CNIM, ou de Leroux&Lotz Maintys du groupe Altawest qui ont chacun créé une entité dédiée à cette activité.

### **5) Approvisionnement : collecte des déchets**

Tout comme précédemment interviennent les acteurs des services d'utilité publique de la propreté. En dehors des acteurs déjà cités, on trouve notamment des acteurs implantés sur des marchés plus localisés à l'image de Chezé, Urbaser environnement, Derichebourg... qui cherchent à étendre leur marché et font concurrence aux grands groupes établis.

### Les acteurs œuvrant sur le marché « centrales thermiques biomasse »

Le **segment des grandes unités thermiques biomasse**, c'est-à-dire les unités réalisées dans le cadre des appels BCIAT, fait appel à des acteurs déjà présents sur le segment biomasse collective.

Cependant, du fait de l'ampleur des projets et des équipements nécessaires, **on retrouve aussi de nombreux acteurs cités dans le chapitre incinération des déchets** qui se positionnent pour la conception, la construction, la fourniture d'équipements et l'exploitation de grandes centrales thermiques biomasse.

La raison est que les technologies sont assez proches et que les acteurs qui avaient développé des compétences dans le domaine de l'incinération des déchets ont tiré parti du développement du marché des centrales biomasse sous l'effet du fonds chaleur et des appels à projets BCIAT, il en va de même pour les exploitants de centrales thermiques.

Quelques différences existent cependant entre la filière « centrales thermiques biomasse » et les autres filières thermiques bois ou incinération des déchets.

- Certains acteurs de la filière incinération des déchets **n'interviennent pas** sur le marché des centrales biomasse, comme les ensembliers Tiru et Vinci environnement, ou certains exploitants d'UIOM comme SITA.
- Certains acteurs présents sur la chaîne de valeur incinération des déchets en tant que fournisseurs de sous-ensembles **se repositionnent en tant qu'ensembliers**, à l'image d'Alstom Power qui propose des offres clé en main de centrales thermiques biomasse.
- Enfin, des acteurs qui ne se positionnent pas sur l'incinération des déchets ni sur le segment biomasse thermique individuelle et collective **sont présents** sur celui des centrales biomasse : les groupes énergéticiens, GDF-Suez, EDF EN, l'allemand E.ON, ou encore les groupes SAUR et Véolia environnement, sont développeurs exploitants. Parmi les intégrateurs, Areva, qui est aussi un industriel intégrateur, qui avec sa business unit bioénergies conçoit l'ensemble du produit, le construit et l'exploite.

## 1.2.9 - La chaîne de valeur industrielle de l'incinération en Île-de-France

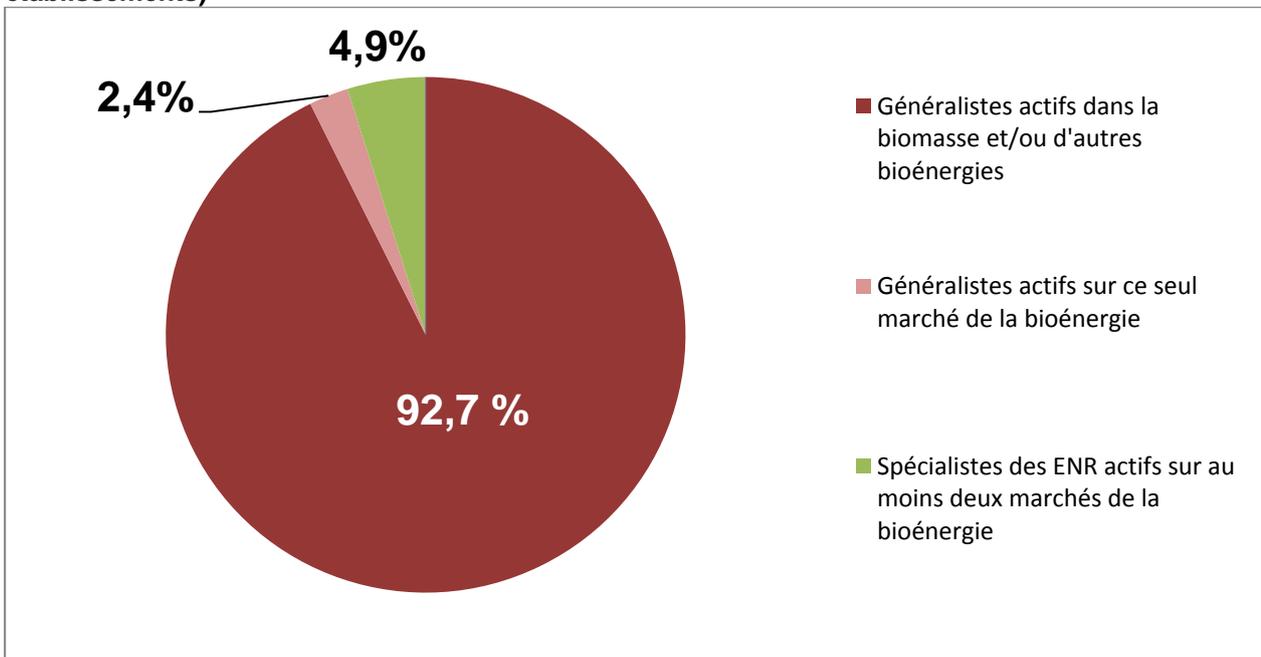
### 1.2.9.A - Éléments statistiques

Nous avons identifié **84 établissements employant 16 000 salariés** qui ont une activité liée à la valorisation thermique des déchets. Les établissements et leurs effectifs correspondent à la partie identifiée sur le schéma de la chaîne de valeur comme étant le cœur de filière industrielle et donc hors collecteur/gestionnaires des déchets, unité de valorisation en elle-même, exploitants de réseaux de chaleur et entreprises réalisant l'installation des sites.

**Aucun acteur n'est un spécialiste ayant pour seul objet la valorisation thermique énergétique des déchets** et tous investissent au moins un autre marché. La plupart sont des généralistes non spécialisés dans les ENR. L'écrasante majorité des acteurs sont des généralistes intervenant sur d'autres marchés que les ENR, ce qui s'explique par le fait que la chaleur issue de l'incinération des déchets est une activité fatale de la gestion et la valorisation des déchets.

Aussi les effectifs réellement impliqués sont-ils bien plus faibles que ceux employés par tous ces établissements, sachant de plus que la plupart de ces établissements sont aussi actifs dans un ou plusieurs autres domaines de la biomasse énergie générant de nombreux recouvrements entre les segments.

**Fig. 39. Les acteurs franciliens de l'incinération et leur spécialisation par marché (part des établissements)**



Source : IAU îdF

## 1.2.9.B - Les acteurs présents en Île-de-France

### 1) Conception d'UIOM

Au niveau des **fournisseurs clé en main** de centres d'incinération, on retrouve les principaux acteurs mentionnés au niveau national :

- CNIM (Constructions industrielle de la Méditerranée) dont le siège est à Paris et qui dispose d'un bureau d'études à Vélizy-Villacoublay sur la thématique déchets.
- Inova filiale du groupe français Altawest créé en 2005 (Inova est issu d'une partie du groupe autrichiens Von Roll ancien leader mondial dans ce domaine, puis absorbé par le japonais Hitach Zosen Inova) qui a installé son siège à Rueil-Malmaison.
- Vinci environnement dont le siège et une partie des équipes de R&D sont à Rueil-Malmaison pour un total de 70 salariés.
- TIRU (EDF) et plus spécifiquement TIRU ingénierie qui conçoit et construit des UIOM et dont les activités sont regroupées à La Défense avec 70 salariés à Puteaux.
- Waterleau est installé à St Ouen l'Aumône avec un bureau d'étude de 20 salariés.

### Les bureaux d'études intervenant pour autrui

Tous les grands bureaux d'études technologiques sont représentés en Île-de-France par une activité d'ingénierie. Nous avons identifié une dizaine de bureaux d'études affichant une compétence dans la conception des UIOM en Île-de-France.

Les généralistes adressent tout type de marché dont celui des bioénergies et de l'incinération des déchets :

- Altran et son département EILIS (Energy, Industry & Life-Sciences) compte 200 salariés en Île-de-France basés à Levallois-Perret, Bérim avec près de 200 salariés est lui basé à Pantin, SETEC Energy services à Paris qui investit plus particulièrement le domaine de l'optimisation énergétique tout secteur confondu.

De plus petites structures ou plus spécialisées comme Girus avec une vingtaine de salariés à Vincennes qui se focalisent sur les technologies liées aux ENR, le Groupe Merlin spécialisé dans les études d'urbanisme et d'assainissement, le finlandais Pöyry avec environ 50 salariés dont sa division environnement (ex BETURE Environnement) à Montigny-le-Bretonneux, spécialisé dans les technologies de l'environnement, Saunier & associés à Nanterre qui compte près de 90 salariés, lui aussi spécialisé dans les technologies liées à l'eau, l'environnement, l'énergie et l'aménagement, Servithen spécialisé dans la conception de systèmes de traitement des fumées, MD&CI concept industrie qui conçoit des unités industrielles dont des UIOM avec son équipe de 45 salariés à Courbevoie, ICE Ingénierie centrales énergétiques à Montfermeil qui se concentre sur les unités de production d'énergie dont les UIOM, le belge Waterleau spécialisé dans les technologies de traitement de l'eau, de traitement des fumées et détient des brevets sur des technologies de grilles pour four d'UIOM, désormais installé à Saint-Ouen l'Aumône après avoir déménagé de son site de Cergy, Verdicité spécialisé dans le traitement des déchets basé à Montreuil ou enfin Catalysair à Paris qui fournit des technologies d'amélioration de la combustion.

Puis interviennent les fournisseurs industriels intégrateurs ou fournisseurs de sous-ensembles d'UIOM.

Les **intégrateurs** industriels et les **fournisseurs de fours et de grilles**. On retrouve ici les groupes CNIM et Inova pour des fonctions de siège et de développement, la production de ces équipements étant assurée ailleurs en France. Il en est de même pour TIRU, et Vinci environnement qui assurent la seule fourniture des fours et grilles construites ailleurs.

Les **fournisseurs de chaudières** sont représentés en Île-de-France par deux principaux acteurs :

- Alstom et sa division Power Systems dont les principales implantations en Île-de-France sont Levallois-Perret pour le siège, Massy et Boulogne-Billancourt avec des équipes d'ingénierie. Le groupe est aussi fournisseur de systèmes de traitement des fumées, de systèmes de conversion de l'énergie (turboalternateurs), de systèmes complets et sous-systèmes de commande contrôle, de sous-ensembles mécaniques dont des pompes.
- Cnim avec sa filiale Babcock Wanson dont la direction générale et les services commerciaux sont basés à Chevilly-La-Rue. Babcock Wanson est aussi fournisseur de systèmes de traitement des fumées (cov) et de brûleurs. Babcock services est la filiale chargée de la maintenance et du renouvellement de chaudières, y compris pour autrui, avec un site à Aubervilliers qui regroupe 100 salariés qui comprend le siège et les activités de maintenance qui se rapprochent d'une activité industrielle de par leur ampleur.

#### Les fournisseurs de **systèmes de traitement des fumées**

Outre Alstom cité plus haut, le groupe CNIM via sa filiale LAB, Tiru via Cyclergie, Vinci environnement, ou encore le belge Hamon International basé à St Denis avec 100 salariés au sein d'un bureau commercial et d'un site d'ingénierie (Resarch-Cottrell), fournissent des systèmes de traitement des fumées. Par ailleurs, une PME Ereie, jeune entreprise innovante issue d'un laboratoire de l'école des Mines propose une solution innovante de traitement des fumées.

#### Les fournisseurs de **systèmes de conversion de l'énergie** (turboalternateurs et cogénération)

Les grands groupes industriels généralistes se positionnent sur ce segment et on y retrouve Altom Power, l'américain GE Energy Power Conversion (ex Converteam) avec des activités d'ingénierie regroupant plus de 300 salariés à Massy, l'allemand Siemens avec son département Energy dont le campus siège de St Denis regroupe environ 1 000 salariés. Dans le cadre de la **valorisation électrique** dans les grandes installations de la chaleur issue de l'incinération de la biomasse, interviennent les fournisseurs de chaudières et de turbo alternateurs pour la production spécifique d'électricité à partir de la vapeur. Ces acteurs ne proposent cependant pas des produits spécifiques à la biomasse puisque la vapeur est leur « combustible ».

Les principaux fournisseurs mondiaux sont représentés en Île-de-France par un siège et des activités de nature commerciales : Siemens, General Electric, ABB, Alstom, ou par un seul bureau commercial : l'allemand MAN Turbo à St Cloud, l'américain ENERIA à Monthéry qui est l'importateur des turbines cogénération de Caterpillar, le fabricant suédois Wärtsilla à Puteaux...

#### Les fournisseurs de **sous-ensembles mécaniques**

En premier lieu les fabricants de pompes dont nous avons recensé 7 représentants déclarant une activité dans l'incinération des déchets : les américains Gardner Denver (3 établissements) et Nederman, les allemands Lewa, Putzmeister et Sterling Fluid System, le suisse Sulzer pompes, ou le suédois Axflow qui est aussi un spécialiste des technologies de séparation. Ces acteurs et leurs implantations franciliennes sont décrits plus en détail dans le chapitre sur le biogaz (chap.2-8 p112). Les fournisseurs de brûleurs comptent notamment Cnim Babcock Wanson déjà vu plus haut, le danois Danfoss dont le siège est à Trappes produit des éléments de brûleurs et de nombreux sous-ensembles et composants électroniques, ou encore l'allemand Karl Dungs qui depuis son bureau commercial et son site logistique à Croissy Beaubourg distribue des brûleurs et éléments de contrôle de combustion. On peut aussi mentionner les fournisseurs de systèmes de prétraitement des déchets en vue de leur incinération : broyeurs, cisailleurs, convoyeurs, compacteurs, sècheurs... dont le néerlandais Bollegraaf qui propose une offre complète depuis son bureau commercial de Moissy-Cramayel, etc.

## Les fournisseurs de **systèmes complets de contrôle de production et de contrôle commande**

Les grands groupes industriels fournisseurs de matériel électrique proposent une offre de systèmes complets de contrôle commande pour UIOM incluant la gestion des automatismes, la fourniture de transformateurs, capteurs..., Schneider Electric avec son siège à Rueil-Malmaison, un site à Massy, à Levallois-Perret, une unité de production de matériel de distribution et de commande électrique, ainsi que des activités de maintenance pour tiers de systèmes et applications informatiques à Colombes et Nanterre, l'allemand Siemens, les américains GE Powers Controls avec un bureau commercial à Aulnay-sous-Bois ou Emerson Process Management, le suisse ABB dont le siège est aux Ulis sur la zone d'activités de Courtaboeuf.

## Les fournisseurs de **sous-ensembles électroniques et électriques**

On retrouve dans cette catégorie les acteurs précédemment cités en précisant que GE Energy Power (ex Converteam) dispose d'un site production d'armoires électriques à Massy. On retrouve aussi Danfoss, lui aussi déjà cité, mais aussi Mersen (ex Carbone Lorraine) avec un siège groupe à Courbevoie et une unité de production de 300 salariés à Gennevilliers. Plusieurs entreprises fabricant des capteurs et autres instruments de mesure et de régulation adressent tous les marchés y compris l'ensemble des marchés bioénergie. Parmi ceux-ci, citons le néerlandais Bronkhorst basé à Montigny les Corneilles avec des services commerciaux et après-vente un bureau d'étalonnage et une production de petites séries, ou encore l'allemand Kobold Instrumentation avec un bureau commercial et centre de distribution à St Ouen l'Aumône. À cette liste ajoutons encore Nanosense, JRI Maxant à Argenteuil, le suisse Pneumatex à Mitry-Mory qui fournit des systèmes de régulation de la pression gaz...

Au niveau de la **mise en service des installations**, comme pour l'ensemble des bioénergies analysées ici, interviennent des entreprises spécialisées dans le génie-civil (terrassément et construction) et le raccordement aux réseaux (électrique, gaz, chaleur, voir à ce titre la carte finale p93)

**Fig. 40. Échangeur de chaleur de chaudière à vapeur**



*Photo © Frédéric Douard, www.bioenergie-promotion.fr*

## L'exploitation d'UIOM

L'Île-de-France, en tant que principal marché français, accueille les grands acteurs des services de collecte et traitement des déchets par incinération, à commencer par un important parc d'incinérateurs qui marque physiquement le territoire.

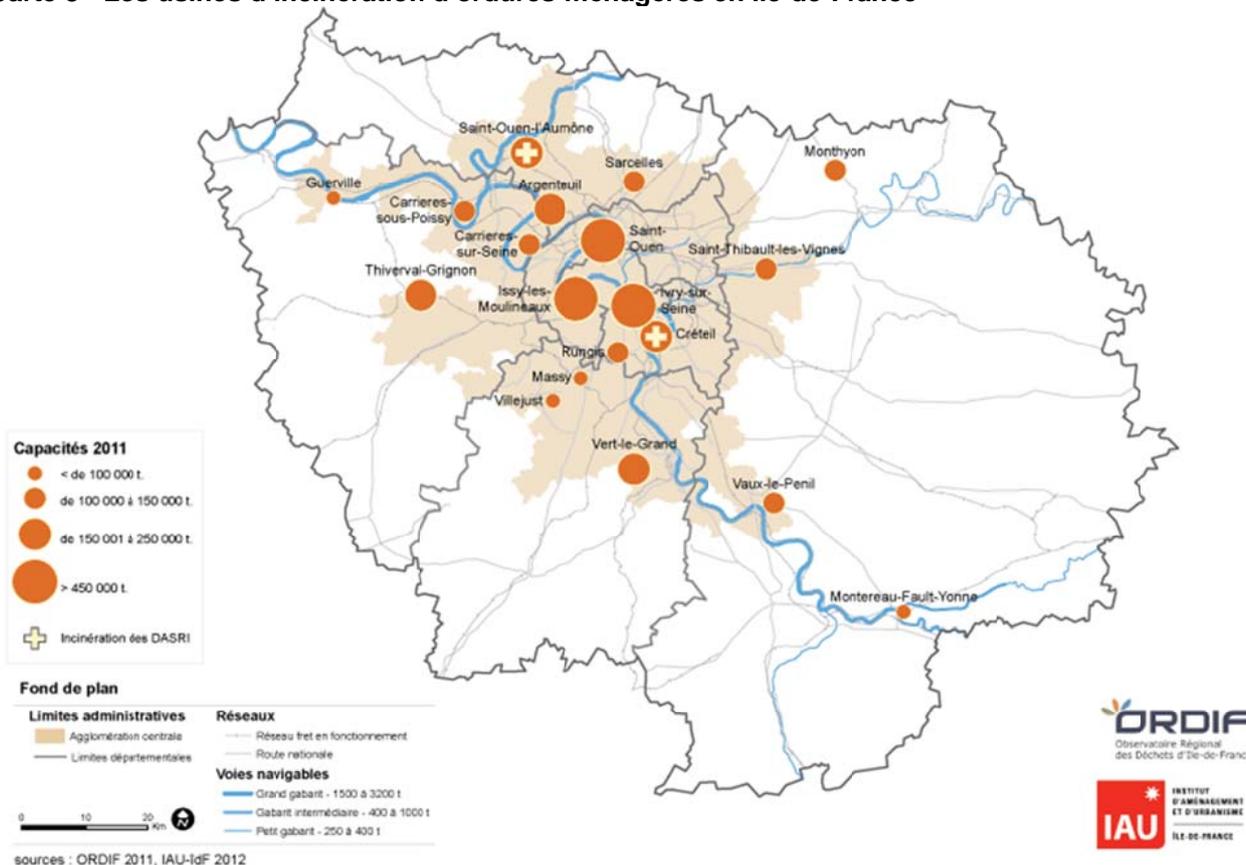
Au total ce sont 19 incinérateurs qui sont présents en Île-de-France qui valorisent toute l'énergie ainsi produite sous forme de production électrique ou de chaleur.

Parmi ceux-ci 4 sont gérés par des acteurs publics en propre.

Les 15 autres installations sont gérées par les grands opérateurs en propre ou en coopération :

- 7 par Veolia propreté,
- 5 par SITA (GDF-SUEZ),
- 2 par Tiru (EDF)
- 1 par le groupe CNIM à Thiverval Grignon.

## Carte 8 - Les usines d'incinération d'ordures ménagères en Île-de-France



Ces acteurs sont aussi très présents à travers leurs activités « corporate » : sièges, centres de recherche ou d'ingénierie. À côté du groupe Cnim présenté plus haut, le groupe Veolia et sa branche Veolia environnement sont très présents en Île-de-France avec son siège à Nanterre et un centre de recherche spécialisé dans le domaine des déchets à Limay (voir détail plus bas). De leur côté SITA (GDF-Suez) et Tiru (EDF) ont leur sièges respectifs à Nanterre et Puteaux.

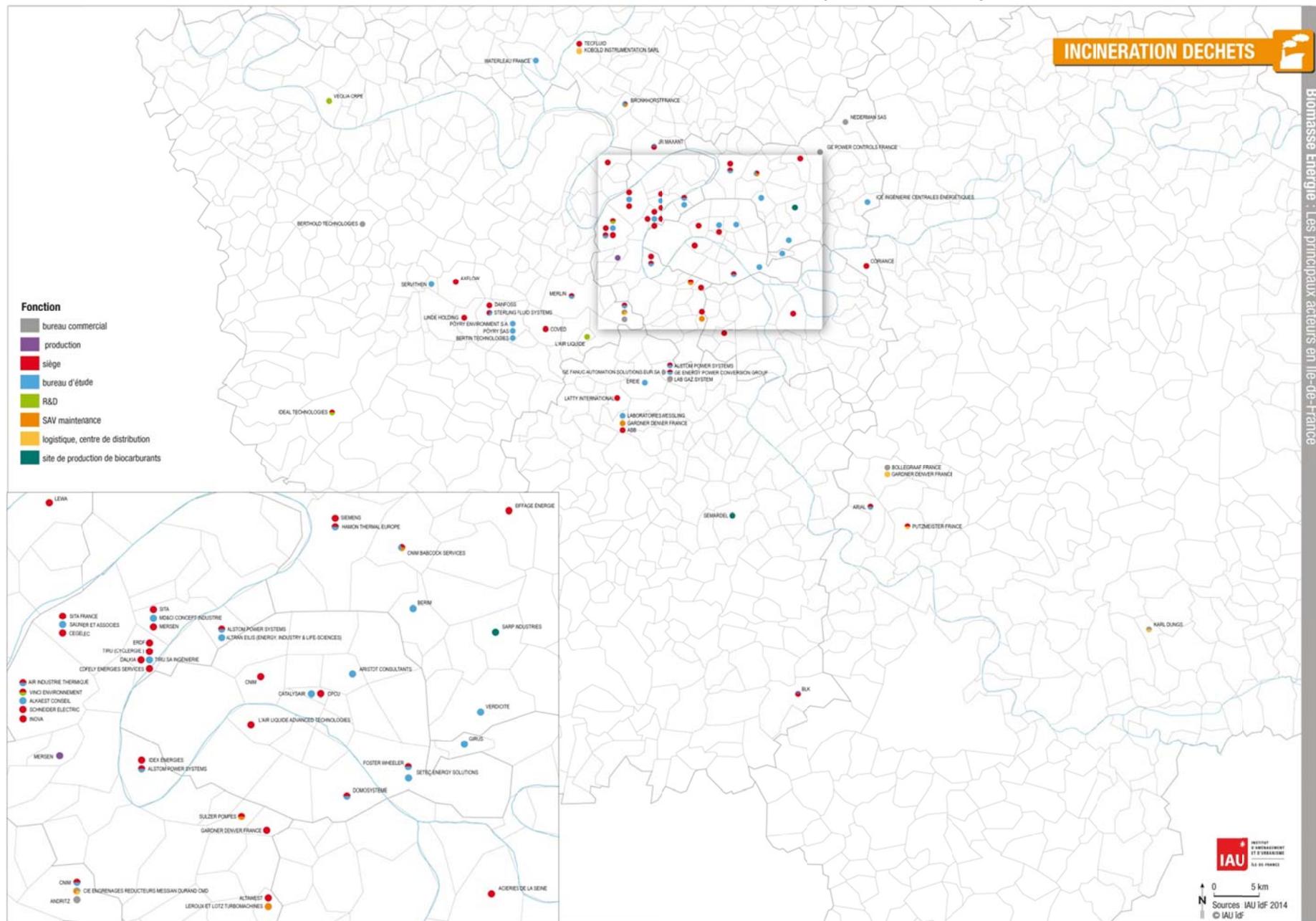
Bien qu'en dehors de notre champ il est nécessaire de mentionner d'autres acteurs plus spécialisés qui gèrent aussi des sites d'incinération de déchets spéciaux en France comme Idex dont le siège est à Boulogne-Billancourt, Tridex basé à Meaux, spécialisé dans le déconditionnement et la valorisation des invendus et invendables dont la méthanisation des biodéchets, Sarp industries...

Tab. 27 - Les acteurs de la filière incinération des déchets en Île-de-France

Conception		Fourniture d'équipements (constructeurs)								Exploitation		
Intégrateur ensemblier / sce clé en main	BE conception pour autrui de tout ou d'éléments	Intégrateur industriel (supprimer ceci ?)	Fournisseurs de fours, et grilles pour	Fournisseur de chaudières	Fournisseur de systèmes de traitement des fumées	Fournisseur de systèmes de contrôle	Fournisseurs systèmes de conversion de l'énergie (turbo alternateur)	Fournisseurs de sous-ensembles mécaniques (trieuses, convoyeurs, brûleurs, pompes, vannes	Fournisseurs de sous-ensembles électriques et électroniques (capteurs, systèmes électriques	Gestion exploitation de site	Maintenance / réhabilitation des équipements pour autrui	Approvisionnement Collecte déchets ménagers
-Vinci env. -CNIM -Inova-Altawest -Waterleau -Tiru	-Altran eilis -Catalysair -Berim -SETEC energy solutions -Servithen -PÖYRY SAS -Merlin -Girus -ESETA -MD&Cie -Ingénierie Centrales énergétiques (ICE) -Saunier & Ass. -Waterleau	-CNIM -Inova	-CNIM -Inova-Altawest -Cyclergie (Tiru) -Vinci environnement -Waterleau	-Alstom -CNIM Babcock Wanson -Leroux & Lotz turbomachines (Altawest)	-CNIM-LAB -Alstom -Cyclergie (Tiru) -Hosokawa micron -Ereie -Vinci environnement -Waterleau -Servithen	-Schneider electric -Siemens -GE power controls -ABB	-Alstom power -CNIM babcock wanson -GE energy power conversion -Siemens energy -Emerson Process management	-Axflow -Bollegraaf -Blik -CMD -CNIM Babcock Wanson -Sterling Fluid Systems -Sulzer pump -Nederman -Karl Dungs -Gardner Denver -Danfoss	-Bronkhorst -Mersen -Schneider electric -Siemens -GE -Kobold inst. -Danfoss -ABB	-Séché -Sita (GDF-Suez) -Tiru (EDF) -Urbaser -Veolia env. -CNIM -SEMARDEL -SARP ind. (veolia) -Idex énergie -Waterleau	-CNIM babcock services -Sulzer services -Alstom power services	-SITA -Veolia propreté urbaine -Otus

Source : traitement IAU ÎdF (Lecture : en noir les acteurs et leur positionnement communs filières bioénergie bois collective et incinération des déchets, en orange les acteurs de l'incinération des déchets uniquement et leur positionnement de)

Carte 9 - Les acteurs de la chaîne de valeur de l'incinération des déchets en Île-de-France (cette carte est reproduite en format A3 en fin de l'étude p203)



## 1.3 - Les principaux acteurs de la recherche en Île-de-France combustion biomasse bois et Incinération déchets

### Recherche sur la ressource biomasse :

#### Publique :

- CIRAD (Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement) travaille notamment sur les cultures énergétiques (disponibilité de la ressource et pratiques culturales) à travers un centre de ressources en Île-de-France et en partenariat avec ses centres qui accueillent 1 100 chercheurs répartis dans le monde entier à commencer par Montpellier.

- FCBA : Mobilisation de la ressource notamment projet ANR 2012 MOQAPRO (méthodes et outils pour le suivi quantitatif et qualitatif de la production de plaquettes forestières, dans une chaîne d'approvisionnement de grande échelle).

- INRA UMR environnement et grandes cultures Grignon. L'équipe travaille sur le thème de la mobilisation de la ressource et sa caractérisation, les pratiques culturales, les cultures énergétiques avec 26 personnes dont 13 chercheurs. Ce laboratoire est membre de l'Institut Carnot 3BCAR<sup>67</sup>.

- INRA, AgroParisTech : Institut Jean-Pierre Bourguin (IJPB), Thiverval-Grignon (78). 230 permanents dont 135 chercheurs et ingénieurs. Un des principaux centres européens de recherche dans le domaine de la biologie des plantes avec des compétences pluridisciplinaires uniques en France et doté d'une plate-forme de phénotypage des plantes (l'observatoire du végétal). L'IJPB s'intéresse à l'évolution et au fonctionnement des génomes, à la réponse des plantes aux stress, à la biologie du végétal, à la caractérisation de diverses molécules (celluloses, lignines, lipides). Il participe notamment au projet de recherche Biomasse for the future (BFF) labellisé investissement d'avenir et dont l'objectif est de mettre en place des filières locales de production et de valorisation de biomasse ligno-cellulosique pour les matériaux, la combustion, la méthanisation la production de biocarburants et la chimie verte.

- MinesParistech, CEP (centre énergies et procédés) à Palaiseau : recherche multi thématique sur la biomasse : disponibilité de la ressource efficacité énergétique, ACV, impact sur les territoires... en relation avec le centre de Sophia Antipolis de Nice.

- ONF : Mobilisation de la ressource et pratiques sylvicoles, notamment projet ANR 2012 MOQAPRO.

#### Privée :

- UCFF (Union de la coopération forestière française) : finance des études sur la thématique de la mobilisation de la ressource et pratiques sylvicoles notamment avec le projet ANR 2012 MOQAPRO dont elle est le porteur.

---

<sup>67</sup> 3BCAR : Bioénergies, biomolécules et Biomatériaux du Carbone Renouvelable

## Recherche sur les équipements, les procédés :

### Publique :

- CSTB : intégration du chauffage biomasse dans le bâtiment et caractérisation de la performance des matériels, 7 personnes travaillent en collaboration avec le laboratoire thermique de Nantes sur cette dernière thématique.

### Privée :

- Areva bioenergy : développement de grilles de combustion à gradin, projet de centrales compactes de biomasse, études sur la combustion de biomasse difficilement combustible (litière de poulet, fibre de palmier, etc), centrales mixtes pouvant brûler simultanément plusieurs types de biomasse.

- Costic recherche appliquée sur contrat pour les équipements de chauffage du bâtiment dont chauffage au bois.

- CTIF (centre technique des industriels de la fonderie) à Sèvres est un des centres techniques habilités par le ministère de l'Industrie à réaliser les essais du marquage CE des foyers ouverts ou fermés et poêles. Les essais normalisés concernent l'énergie (puissance, rendement) et la sécurité (teneur en CO, distance aux matériaux combustibles).<sup>68</sup>

Le centre dispose d'une fonderie expérimentale, de moyens de simulation et a travaillé pour Godin, Supra, Invicta...Il compte 100 ingénieurs au total sur l'Île-de-France, Lyon et Charleville Mézières. Les thèmes abordés sont les nouveaux alliages, contrôles non destructifs, nouveaux procédés de fonderie...

- Fama : recherche sur grilles et fours notamment pour biomasse

- GDF-SUEZ : CRIGEN à St-Denis : analyse et évaluation de tests d'incinération de boues d'épuration, de résidus de récolte (noyaux, marc de café, huiles végétales...) en vue d'améliorer les process, en travaillant sur un mix de matières optimisant la combustion.

- Inova (Altawest) : recherche sur grilles et four et traitement des fumées appliquée à la **biomasse et aux déchets**

- VEOLIA environnement qui est un des principaux opérateurs mondiaux, dispose à Limay dans les Yvelines d'un centre de R&D dédié à la thématique de la valorisation des déchets et à l'énergie. Le centre de recherche sur la propreté et l'énergie (CRPE) compte 180 personnes dont une soixantaine de chercheurs. Il rassemble les moyens de recherche de la division propreté de Veolia et de sa division énergie (Dalkia). La recherche concernant la biomasse bois porte sur l'optimisation technique de la combustion et mobilise une dizaine de personnes.

- Vinci environnement au sein de son siège de Rueil-Malmaison dispose d'équipes de R&D qui travaillent notamment sur les systèmes de traitement des fumées appliqués à la biomasse.

## Recherche sur le traitement et la valorisation des déchets par incinération

- Veolia environnement au sein du CRPE (voir plus haut). Parmi les activités de R&D menées sur ce site, le traitement thermique des déchets vise à l'amélioration de la combustion et de la valorisation énergétique.

- Vinci environnement, Bertin Technologies (CNIM), Tiru, Inova (Altawest) : grilles et four d'incinération et pour certains, systèmes de traitement de fumées.

## Valorisation de la biomasse en électricité

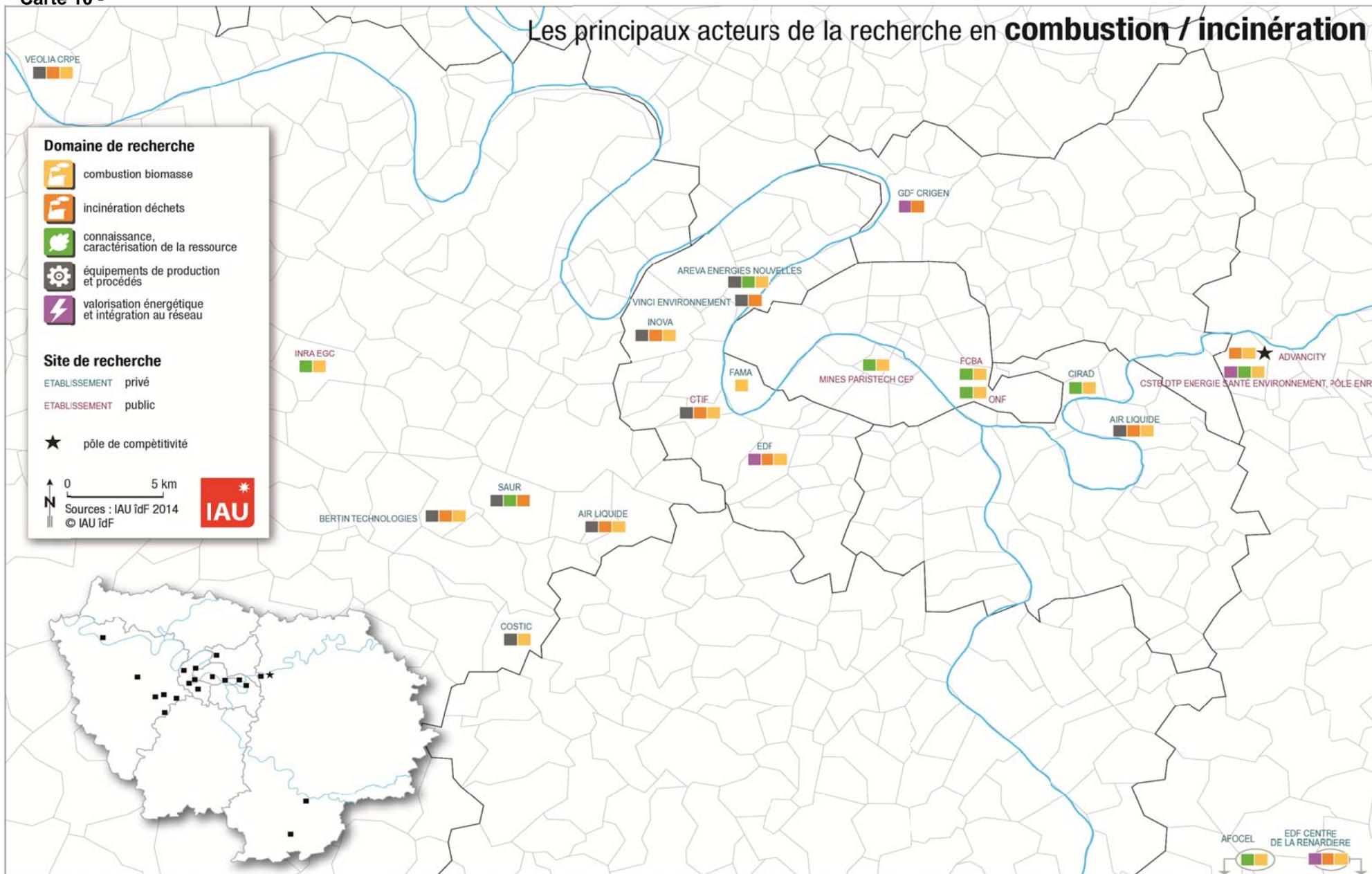
- EDF (Clamart et Renardière) : Valorisation énergétique de la biomasse (optimisation de la conversion électrique)

---

<sup>68</sup> Source : rapport CSTB : « la filière bois énergie état des lieux », <http://www.ctif.com/innovactif.aspx>

Carte 10 -

# Les principaux acteurs de la recherche en **combustion / incinération**



# Synthèse et analyse AFOM de l'Île-de-France en matière de combustion et d'incinération de biomasse

## Biomasse bois

- Avec une ressource française importante, un marché européen (+ 3 % par an depuis 5 ans) et national en croissance continue grâce aux soutiens du fonds chaleur, et des acteurs industriels bien positionnés, la filière bois énergie française a toutes les chances de continuer à créer des emplois en France.
- Sur le marché des équipements individuels, la perspective de croissance est forte avec une incitation au renouvellement du parc pour des unités plus performantes, et l'ambition de voir le parc progresser de 50 % d'ici 2020. Sur ce marché, la demande très éclatée permet une activité relativement régulière. Alors que l'exploitation ne génère quasiment pas d'emplois hormis les installations, réparations, l'entretien dont le ramonage annuel, ce segment est intensif en emplois de production. Les fabricants français dominent le marché national et sont exportateurs à hauteur de 20 à 30 % de leurs chiffres d'affaires.
- Sur le marché de la biomasse collective bois, le marché reste en expansion avec le fonds chaleur et les appels à projet BCIAT. La phase d'équipement en cours génère une croissance régulière des emplois de l'ordre de 11,5 %/an. Le marché des plus grosses unités est fortement soumis au système d'appels d'offre qui donne de la visibilité mais génère aussi des à-coups dans la production. Par contre, ils offrent des emplois d'exploitation pérennes dans le temps avec de fortes synergies avec les activités liées aux réseaux de chaleur. Les fabricants français sont bien implantés sur le marché national, sauf sur le segment des granulés qui progresse le plus. Ils bénéficient de l'atout de la proximité auprès des grands donneurs d'ordre dans le cadre de leur SAV.
- Forte synergie en développement des chaufferies bois et des réseaux de chaleur. Il existe une certaine contradiction entre le développement de la chaleur biomasse et les faibles besoins en chaleur des nouveaux logements construits selon la réglementation RT 2012. Les principaux débouchés sont donc plutôt à rechercher du côté du parc existant.
- Un frein potentiel à ce développement réside dans la difficile mobilisation de la ressource bois, avec un morcellement accru de la propriété forestière, doublé par un conflit entre les usages possibles de la ressource bois (construction, industrie, énergie). Ce qui génèrera et génère déjà une hausse du prix de la ressource et peut perturber les plans d'approvisionnement des projets qui ne sont sécurisés que pour une durée de 5 à 10 ans dans le meilleur des cas, alors que l'investissement est amorti au bout de 20 ans.
- Toujours au niveau de la disponibilité de la ressource pour un usage énergétique, l'exploitation supplémentaire de la ressource bois ne se justifie économiquement pour les sylviculteurs que si toutes les parties de l'arbre sont valorisées à leur juste valeur. Cela implique que se (re)développe un débouché pour le bois construction (80 % de la valeur de l'arbre) et le bois industrie avec des industries correspondantes au niveau du Bassin parisien. Le plan filière bois issu des 34 plans va dans ce sens, avec cependant un axe unique sur le bois construction.

## En Île-de-France

- Compte tenu de la taille du marché francilien, on peut estimer le niveau d'emploi de la filière à **1 830**. L'Île-de-France accueille plusieurs constructeurs d'équipements de chauffage bois avec de l'ordre de 300 emplois industriels minimum liés au segment individuel. **On peut espérer que la croissance du marché régional pourrait générer entre 100 et 600 emplois supplémentaires d'ici 2020** (voir détail calculs annexe II).
- En plus des atouts concernant la ressource et le potentiel de marché, la région dispose de l'atout de la densité, de l'existence et du développement du plus grand ensemble de réseaux de chaleur. À ce titre elle accueille les principaux gestionnaires de réseaux de chaleur qui sont aussi des développeurs de chaufferies bois, avec pour ambition inscrite dans le SRCAE régional de faire progresser les réseaux de chaleur et la part des énergies renouvelables de 21 à 41 % d'ici 2020 dans leur production de chaleur.
- Une R&D régionale plutôt axée sur la ressource, avec cependant plusieurs industriels actifs sur le segment collectif menant une R&D ayant pour thème les procédés et les équipements.
- Concernant la ressource en bois, l'usage récréatif de la forêt francilienne qui milite plutôt en faveur d'un maintien voire un développement des massifs existants peut se heurter à une exploitation plus intensive

de la forêt qui pourrait être mal perçue par les riverains. À ce niveau, un besoin de communication s'avère nécessaire. Par ailleurs, il existe un gisement de bois de rebut qui offre de bonnes qualités calorifiques mais est difficile à mobiliser car très diffus ou qui, pour les éléments les plus facilement mobilisables, est envoyé à l'étranger (Allemagne et Belgique notamment) où il est possible d'en tirer des contreparties financières plus intéressantes qu'en France du fait d'une législation qui permet à ces matières de sortir du statut de déchet.

## Analyse AFOM

### Atouts :

#### Au niveau national :

-Un secteur fortement soutenu par les différentes aides dont le fonds chaleur est la pièce maîtresse  
-Les acteurs français de la fabrication d'appareils individuels ou de chaudières collectives sont très présents sur le marché français.

#### Au niveau régional :

- Ressource en bois francilienne indéniable avec des ressources supplémentaires non encore exploitées, et régions voisines bien dotées. Des ressources en rebut de bois aussi importantes.  
- Important parc de logements individuels et collectifs  
- Densité d'habitat qui favorise le développement de projets biomasse pouvant servir le réseau de chaleur existant ou à venir et dont le développement est réaffirmé par un SRCAE ambitieux.  
-Des acteurs industriels de premier plan dont plusieurs mènent des activités de R&D sur la chaleur bois

### Faiblesses :

#### Au niveau national et régional :

-Difficulté de mobiliser la ressource bois, notamment du fait du fort morcellement de la propriété forestière, la ressource du bois de rebut est difficile à mobiliser et celle qui est le plus facilement mobilisable est envoyée à l'étranger (Allemagne et Belgique)

-Faiblesse relative de la filière bois dans ses autres usages que le bois énergie qui constitue un frein au développement du bois énergie car la filière bois est avant tout tirée par les usages les plus nobles et rémunérateurs de l'arbre (bois d'œuvre pour la construction, bois industrie (mobilier...) bois emballage).

### Opportunités :

#### Au niveau national :

-Conjoncture favorable au développement de la filière bois énergie : appels à projets CRE, fonds chaleur BCIAT, objectifs Grenelle de l'environnement qui favorise le développement de la chaleur biomasse bois.  
-Parc centrales à fioul, gaz et charbon vieillissant dont une partie sera remplacée par des centrales partiellement ou 100 % biomasse.

#### Au niveau régional :

-Possibilité de développer des filières industrielles locales de mise en forme de combustibles bois dotés de propriétés calorifiques plus élevées : granulés, briquettes, torréfaction, voire charbon vert, en s'appuyant sur le développement d'une offre de plates-formes bois initié et cofinancé par la région Île-de-France et l'Ademe.

### Menaces/enjeux :

-La demande croissante de bois risque à terme de pousser les prix à la hausse, remettant en cause la rentabilité des projets et générant potentiellement des conflits d'usage du bois y compris parmi les différents usages énergétiques (électricité, chaleur, biocarburants 2<sup>e</sup> génération...)

- Une gestion conjointe de la ressource et en parallèle des autorisations pour de nouvelles installations devient essentielle à une large échelle (régionale, voire interrégionale).

-Une faiblesse de l'offre française sur le segment des granulés (production de granulés et production d'équipements à granulés) qui est pourtant le segment le plus dynamique avec une dépendance nationale aux importations de 80 % sur ce segment spécifique.

-A moyen terme la crise risque de démobiler les fournisseurs de la ressource bois (notamment les petits propriétaires) et créer des difficultés d'approvisionnement.

-Les filières bois de construction et bois industrie doivent se développer pour indirectement permettre le développement plus conséquent d'une offre de bois-énergie.

#### Plus spécifiques à l'Île-de-France

-Difficulté à équiper les copropriétés de taille moyenne ciblées par le SRCAE. Enjeu de l'acceptabilité sociale pour les centrales thermiques biomasse qui doivent être situées au plus près de la zone dense là où leur efficacité est maximum par rapport à la logique de réseaux de chaleur (trafic camions, pollution, danger, esthétique).

-Résistance possible de la population à une intensification de l'exploitation de la ressource biomasse bois dans les forêts périurbaines faisant par ailleurs l'objet de pratiques récréatives.

-Les restrictions concernant le chauffage bois individuel en zone dense constitue un signal négatif pour le marché des équipements individuels.

## Incinération déchets

- Une filière particulièrement intensive en emplois d'exploitation et qui compte relativement peu d'emplois de production. Les estimations nationales d'emplois pour la filière sont de 3 819 emplois mais seuls 530 emplois seraient liés à l'activité renouvelable de l'incinération avec une très faible part de l'emploi industriel (30).
- En France, depuis quelques années la filière connaît une forte baisse d'activité concernant l'équipement et ne vit que grâce à l'activité de renouvellement, le traitement des fumées et surtout les marchés étrangers qui se développent. Un des enjeux est le risque de concentration ultime avec la disparition d'un des deux acteurs français et le risque de délocalisation de la production au plus près des marchés, avec une perte de savoir-faire qui est pourtant reconnue. La France dispose d'atouts importants dans cette filière avec l'ensemble de la chaîne de valeur présente, de la fourniture d'équipements aux gestionnaires de la ressource et exploitants d'UIOM qui figurent parmi les leaders mondiaux.
- Il existe de fortes synergies entre les activités d'incinération des déchets et la chaleur biomasse, car les technologies sont proches, ce qui a permis aux acteurs de l'incinération de pérenniser leur existence en développant de nouvelles activités dans ce domaine.
- Selon les spécialistes du secteur, la perspective d'une baisse du volume de déchets à incinérer du fait de la mise en place d'une hiérarchie dans le traitement des déchets qui place la valorisation énergétique en bout de chaîne avant l'enfouissement, ne doit pas conduire à une remise en cause de ces sites au moins à court et moyen terme. Tant que la qualité du tri et donc des filières de récupération/valorisation matière n'auront pas atteint leur optimum, une capacité d'incinération des déchets restera nécessaire. La quantité de déchets à incinérer risque même de progresser de manière transitoire sous l'effet de l'objectif de forte baisse de l'enfouissement direct qui va inverser dans le cycle de gestion d'importantes quantités de déchets que les filières de recyclage et valorisation matière risquent de ne pas être en mesure de traiter à court terme.

### En Île-de-France

- L'Île-de-France est au cœur de la filière incinération nationale, avec une concentration des acteurs clés de la filière et un marché qui représente ¼ du marché national. Elle a un vrai savoir-faire en matière de déchets qu'elle pourrait mieux mettre en avant et valoriser économiquement.
- À l'image de l'emploi national, l'emploi lié à l'incinération est peu intensif en emplois industriels et la part renouvelable s'élèverait à 132 sur les 480 que compterait la partie francilienne d'incinération des déchets (partie renouvelable) au vu de la taille de son marché.
- Nous identifions 82 établissements actifs sur le marché de l'incinération (hors sites d'exploitation) employant 16 000 personnes dont très peu peuvent être réellement comptabilisées au titre de la valorisation énergétique de la fraction renouvelable des déchets (cf. ci-dessus).
- En Île-de-France il existe un fort enjeu de renouvellement et d'optimisation du parc d'incinérateurs, qui plus est, sont très insérés dans l'urbain. Ce renouvellement sera générateur d'emplois le temps des chantiers, mais outre le caractère temporaire de ces emplois, leur volume devrait être faible et on peut estimer qu'au mieux il permettra le maintien des emplois actuels.
- L'enjeu du maintien ou pas des capacités d'incinération et à plus long terme de la pérennité des sites accueillant ces installations est essentiel notamment concernant ceux les plus insérés dans le tissu urbain, là où leur présence est la plus difficilement acceptée, où la pression urbaine est la plus forte mais où leur efficacité énergétique est la plus grande avec l'accès facilité aux réseaux de chaleur. Il semble à ce titre que préserver ces sites dans leur intégralité sera un gage d'efficacité futur pour la métropole qu'ils continuent à accueillir une activité d'incinération ou que celle-ci soit en partie ou totalement remplacée par d'autres activités de génération d'énergie et de chaleur.

## Analyse AFOM

### Atouts :

- La France est le premier parc européen d'incinérateurs avec 130 unités (2)
- Île-de-France : présence des 3 premiers plus grands groupes européens de la gestion et de traitement des déchets (sièges, centres de R&D, sites d'exploitation) et des industriels intégrateurs.
- Île-de-France : premier bassin de production de déchets en France, ce qui en fait un site de démonstration à l'export pour les groupes français avec 19 incinérateurs.

### Faiblesses :

- Une ressource à valoriser par l'incinération dont le volume devrait baisser à terme, ce qui freine les projets de rénovation ou renouvellement du parc existant.
- La crise accentue le phénomène de baisse du volume de déchets et conduit actuellement à une relative surcapacité du parc.
- Une volonté nationale et régionale de stabiliser l'incinération au niveau existant.

### Opportunités :

- D'une manière générale les sites français d'incinération sont plus petits et ont un rendement nettement plus faible que leurs homologues du nord de l'Europe donc il existe des marges de progrès qui seront comblées par des rénovations.
- La plupart des sites franciliens ont un rendement énergétique inférieur à 54 % et qui n'optimisent pas leur production, notamment en cogénération. La rénovation totale ou partielle est un des objectifs du PREDMA en cours.

### Menaces /enjeu :

- Important développement du marché des incinérateurs en Europe orientale pourrait modifier la géographie des implantations industrielles des grands groupes français.
- Acceptabilité sociale et environnementale des sites d'incinération, qui ajoutés à la forte pression foncière peuvent inciter à réduire ou supprimer les capacités d'incinération ou les repousser plus loin du cœur d'agglomération.
- Pourtant, le développement de réseaux de chaleur est nécessaire au développement de cette filière, ce qui oblige à localiser les incinérateurs au plus près des sites d'habitat dense avec des conséquences sur l'acceptabilité et les coûts d'implantation.
- Enjeu du maintien de l'intégralité des emprises dédiés à l'incinération situées en cœur d'agglomération pour au moins d'autres activités de génération d'énergie et de chaleur
- À court terme, la crise risque de différer voire annuler certains investissements publics notamment liés à la rénovation du parc d'incinérateurs.

Sources : CEWEP (Confederation European of Waste-to-Energy Plants) (2).

## 2 - La biomasse fermentescible valorisée en biogaz

### 2.1 - Définition

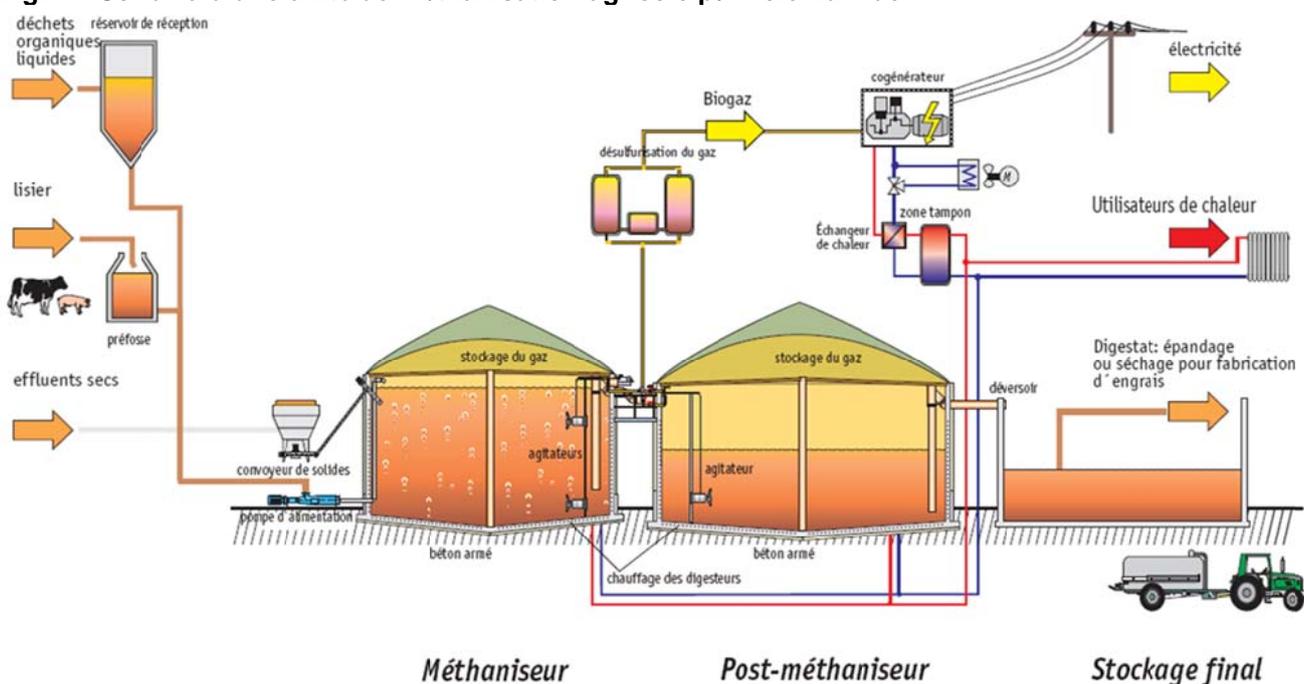
La dégradation des matières organiques en absence d'oxygène dégage naturellement un ensemble de gaz riches en méthane. Ce processus de digestion anaérobie est ainsi appelé méthanisation, le produit issu de cette méthanisation est appelé biogaz. Le biogaz est composé essentiellement de méthane et de gaz carbonique.

La dégradation des matières organiques en présence d'oxygène produit quant à elle une faible chaleur et du compost.

Il existe actuellement deux sources de production de biogaz valorisables :

- les décharges,
- les méthaniseurs.

Fig. 41. Schéma d'une unité de méthanisation agricole par voie humide



Source : Espace info énergie Ales Cévennes

Comme on le constate sur ce schéma, ce type d'installation est relativement simple d'un point de vue technologique. Les parties les plus visibles sont composées de cuves, soit pour le stockage des matières organiques liquides, soit pour le processus de méthanisation, soit pour le stockage intermédiaire du gaz (gazomètre) en attendant son épuration et son utilisation : production de chaleur dans une chaudière à gaz et d'électricité par un générateur à gaz ou les deux par un cogénérateur, voire injection réseau. Le système est parcouru par un réseau de conduits équipés de vannes. L'alimentation des digesteurs requiert éventuellement des installations de convoyage de matières sèches. Le processus de méthanisation nécessite des systèmes d'alimentation pour les liquides et d'évacuation *via* des pompes, des systèmes facilitant la réaction de digestion en milieu anaérobie (agitateur et chauffage pour accélérer le processus), ainsi que des apports d'enzymes pour initier le processus de digestion. Le tout étant supervisé à partir d'une station de contrôle grâce à des logiciels spécifiques et un ensemble de capteurs (débits, pression, température...).

La méthanisation s'adapte aussi bien aux petites unités liées à une exploitation agricole qu'à des activités générant ou traitant une quantité importante de biomasse : pépiniéristes, horticulteurs, entreprises gérant des

espaces verts... qu'à des installations plus grandes (papeteries...) ou liées à des stations d'épuration, à la gestion de déchets urbains fermentescibles et à toutes industries agroalimentaires (liées à la viande notamment, brasseries) ou commerces générant des déchets alimentaires (grandes surfaces, restaurants). Ces installations sont autonomes en intrants ou impliquent plusieurs types de fournisseurs de matières premières, ces dernières sont appelées « unités de méthanisation territoriale ou collective ».

## 2.2 - Les principaux enjeux liés aux installations de production de biogaz

Le développement d'une filière méthanisation est porteur d'enjeux qui concernent principalement, soit la viabilité économique de la filière, soit des éléments sociétaux et environnementaux :

### Enjeux propres à la viabilité économique des projets :

- **La disponibilité et la mobilisation de la ressource** : la ressource mobilisable est diverse on l'a vu et relativement dispersée. Concernant les unités de méthanisation de déchets ménagers, la principale difficulté réside dans le caractère hétérogène des intrants, qui génèrent des dysfonctionnements du digesteur, ce qui implique un tri amont de ceux-ci pour en séparer la fraction fermentescible. Concernant les ressources industrielles ou agricoles, la ressource est à priori plus stable dans sa composition, mais la mobilisation pour approvisionner les unités de méthanisation peut-être problématique et générer des coûts importants, comme par exemple dans le cas des invendus issus de la grande distribution. On comprend que plus l'installation est grande et plus la quantité d'intrants à mobiliser sera importante, ce qui signifie des zones d'approvisionnement potentiellement plus larges. L'enjeu est ici de trouver des dimensions optimales répondant à la fois à l'impératif de l'approvisionnement local (rayon de 15 à 30 km) et à celui de la rentabilité économique.
- **La valorisation des digestats** est un autre élément critique pour la filière et chaque projet en particulier. Il est un apport important pour l'équilibre économique des projets avec une valeur de l'ordre de 5 à 12€ la tonne, en augmentation constante du fait de son important potentiel fertilisant<sup>69</sup>. Il est aussi une obligation de traitement pour le gestionnaire du site. En effet ces digestats doivent au moins être traités, au mieux valorisés après traitement (séchage, compostage). Dans la plupart des cas, le digestat d'origine agricole fait l'objet d'épandage régis par des plans d'épandage, tandis que les digestats issus des déchets posent plus de problème du fait une fois de plus de la nature fortement hétérogène dans le temps des entrants et de la possibilité d'y trouver des éléments nocifs pour l'environnement (résidus métalliques, plastiques, traces de pesticides et d'antibiotiques, polluants organiques), même si les relevés opérés sur un échantillon d'unités TMB révèle des teneurs en métaux plus faibles que les seuils en vigueur<sup>70</sup>.
- Autre élément de l'équation économique des projets : la **valorisation de la chaleur** qui n'est pas obligatoire et pas systématique, notamment au sein des installations les plus petites. Cependant là aussi la chaleur peut générer des revenus (ou des non dépenses) par le biais de systèmes de récupération de chaleur, de générateurs et réutilisés au sein de l'exploitation, voire alimenter un réseau de chaleur de grande envergure ou local. Cette valorisation de la chaleur bénéficie d'une incitation sous la forme d'une prime d'efficacité énergétique ajoutée au tarif d'achat de l'électricité produite et reversée sur le réseau. L'éloignement de la ressource des lieux de consommation de la chaleur est à ce titre un obstacle à la viabilité économique des projets.
- **La complémentarité ou concurrence avec d'autres modes de valorisation**, notamment pour la filière déchets. La méthanisation ne représente qu'une fraction (25 à 30 %) du potentiel de valorisation des déchets après recyclage. L'incinération et l'enfouissement ultime sont les autres voies de valorisation qui lui sont complémentaires en dernier recours. Cela constitue une contrainte en termes d'optimisation de leur localisation pour les acteurs de la valorisation des déchets.

---

<sup>69</sup> Source : « Valorisation agronomique des digestats », FIBL (Institut de recherche suisse sur l'agriculture biologique), novembre 2011. La progression de la valeur des digestats suit celle des engrais chimiques.

<sup>70</sup> Source : Mission d'audit pour le centre de traitement multifilière de ROMAINVILLE et Port de BOBIGNY  
Lot n°2 : Analyse environnementale de la fraction fermentescible issue du procédé de tri mécano-biologique au regard de la production de compost et de biogaz valorisables. 12 octobre 2012, P45.

### Enjeux sociétaux, environnementaux, territoriaux :

- **L'acceptabilité sociale** des unités de méthanisation par les populations environnantes peut être difficile du fait des différentes nuisances potentiellement occasionnées (liées au trafic de camions, olfactives, risque technologique : explosion). Le centre de tri mécano biologique de Varenne-Jarcy (91) a mis en place un réseau de surveillance olfactive. Concernant le site projeté à Romainville d'une capacité de 300 000 t, les risques technologiques sont un des motifs du rejet par la population.
- **Aménagement du territoire** : la multiplication de telles installations peut apparaître comme souhaitable au niveau de l'agglomération francilienne, cependant leur localisation doit être planifiée afin de répondre au mieux aux contraintes parfois contradictoires entre la rentabilité de l'installation et l'acceptabilité sociale, en particulier concernant les grandes installations de valorisation des déchets.
- **Réduire l'utilisation des engrais** : la valorisation des digestats représente une alternative à l'usage des engrais classiques et se révèle bénéfique pour les sols, sous condition de digestats de qualité et d'utilisation adéquate.
- **S'intégrer à, voire initier un projet de territoire** : la mobilisation suffisante de ressources et la création d'une énergie utilisée localement dont notamment de la chaleur constituent des enjeux importants à la fois sur le plan sociétal (meilleure acceptabilité des riverains) mais aussi environnemental. La création d'une unité de méthanisation peut avoir un impact conséquent sur son environnement (positif comme négatif) et nécessite de ce fait d'intégrer toutes les parties prenantes. Cette mobilisation peut être un déclencheur d'une réflexion plus large sur le territoire pouvant déboucher sur un véritable projet de territoire sur la question de la génération de l'énergie. À une plus large échelle, l'apport des territoires ruraux et naturels au fonctionnement de la métropole apparaît plus évident par sa contribution à la production d'énergie.
- **Participer à l'autonomie énergétique des territoires** : à côté des autres énergies renouvelables (solaire photovoltaïque et thermique, éolien, chaufferies biomasse...), la production de biogaz constitue un des éléments du mix énergétique pour une production décentralisée d'énergie. L'intérêt du biogaz comme on l'a vu en introduction est sa polyvalence, qui lui permet de participer à la production d'électricité, de chaleur, de gaz, soit injecté sur le réseau ou encore utilisé comme carburant dans les véhicules. À ce titre, la méthanisation peut être un élément structurant pour des territoires ruraux de grande couronne.
- **Favoriser le maintien de l'activité agricole** par l'apport de revenus supplémentaires réguliers et contribuer à réduire la pression qui s'exerce sur l'activité agricole, par une meilleure visibilité du lien entre l'agriculture périurbaine et la zone agglomérée (cf plus haut).

Enfin, l'acceptabilité par les populations des installations de traitement et d'élimination par incinération, ainsi que celle de la pratique de l'épandage (perception des nuisances olfactives, risque sanitaire, risque pour les sols en raison de la présence possible de métaux lourds dans les déchets) sont des contraintes importantes dans le choix de gestion des déchets. **Ceci constitue un point fort pour le développement de la méthanisation.**

## **2.3 - Technologies : l'enjeu du tri et de l'hétérogénéité des déchets**

Pour produire du méthane, la méthode la plus simple et la plus ancienne consiste à enfouir les déchets et à recueillir sur une durée allant de dix à vingt ans les gaz issus de la fermentation naturelle des matières organiques.

Dès lors que l'enfouissement des déchets n'est plus autorisé, du moins en ce qui concerne les déchets non ultimes, d'autres méthodes de valorisation ont pris de l'ampleur, en particulier la méthanisation dirigée au sein de méthaniseurs, que ce soit par la voie humide pour les matières humides à plus de 35 % ou par voie sèche plus adaptée à des matériaux de type déchets verts, avec à la sortie du biogaz de bonne qualité.

Le biogaz de décharge doit au moins être capté et brûlé pour éviter son dégagement, mais peut également être valorisé thermiquement. Il est cependant de moins bonne qualité que le biogaz produit par fermentation des boues de stations d'épuration ou de déchets de l'agroalimentaire.

Quel que soit le mode de production, le biogaz peut être valorisé sous forme de chaleur (par exemple, par combustion dans une chaudière), d'électricité (par moteur à gaz, moteur Dual Fuel, turbine à gaz, turbine à vapeur, cycle combiné ou encore pile à combustible) voire des deux par cogénération, injecté dans le réseau de gaz de ville ou encore utilisé comme carburant dans les véhicules (GNV). Afin de respecter les valeurs réglementaires et le bon fonctionnement des installations, il est nécessaire d'épurer le biogaz et de bien choisir les matériaux. Les équipements mis au point pour la valorisation du biogaz sont pour la plupart issus de matériels plus « classiques » (pour le gaz naturel par exemple), mais modifiés pour utiliser un combustible plus « agressif » (présence de soufre et de matières corrosives notamment) et de qualité variable.

La méthanisation requiert un nombre préalable d'opérations de sélection afin de ne conserver que la seule fraction fermentescible. De plus, elle s'opère dans des enceintes adaptées à un environnement corrosif sous une température dirigée destinée à accélérer les processus de fermentation. À l'issue de la méthanisation on obtient aussi un résidu, le digestat, pouvant être utilisé comme compost.

La filière gazéification directe est en cours de développement : si on compte quelques fabricants européens (et notamment français) de gazogènes associés à des moteurs à gaz de quelques centaines de kWé, le nombre d'installations reste extrêmement limité en Europe. Plusieurs centrales devraient être construites en France sur la base d'une technologie américaine, ce qui permettra un premier retour d'expérience.

## Les technologies critiques

Les technologies identifiées comme étant clés en 2010 portaient principalement sur la fraction déchets ménagers de la ressource. Elles visaient à l'augmentation du taux de conversion des matières fermentescibles et l'accélération du processus de fermentation, ces objectifs restent d'actualité.

Parmi les technologies clés figurent en amont les **technologies d'automatisation de tri des déchets** afin de renforcer la rentabilité de tels modes de valorisation des déchets urbains. A ce titre l'industrie de l'optique a un rôle important à jouer dans ce domaine. Oxford Intelligence pour sa part cite les industriels du secteur qui estiment en 2008 que la gazeification des déchets constitue une des pistes les plus prometteuses, notamment celles faisant appel au plasma.

Les industriels précisent aussi que l'utilisation du biogaz pourrait permettre d'atteindre l'objectif d'un carburant de seconde génération rentable.

Les technologies liées au processus de digestion font appel à des disciplines technologiques liées à la **biochimie, la biologie des organismes, l'énergétique et le génie des procédés**.

Au niveau des compétences technologiques la chimie organique, la biotechnologie, les procédés thermiques sont mobilisés.

Le rapport *Technologies clés 2010* soulignait la difficulté que représente la phase d'industrialisation liée à la question de la taille des méthaniseurs au regard du marché, ainsi que la difficulté à maîtriser et réguler les réactions dans le cadre de méthanisation de déchets ménagers dont la composition est variable dans le temps. Ces questionnements restent d'actualité.

## 2.4 - La recherche sur les biogaz

Les grandes orientations de la recherche française en matière de biogaz ciblent la bioraffinerie comme piste privilégiée pour se substituer autant que possible aux procédés chimiques actuellement utilisés. La conception d'unités décentralisées de gazéification figure aussi parmi les priorités.

À long terme les objectifs sont notamment de parvenir à produire du méthane et de l'hydrogène à partir des effluents de l'épuration, de déchets et de substrats lignocellulosiques par des microorganismes photosynthésiques.

Les laboratoires les plus actifs et reconnus dans ce domaine sont l'INRA de Narbonne, l'INSA de Lyon, l'IFIP, L'IDELE...

La carte figurant en première partie du chapitre 6 p32 montre aussi les clusters et pôles de compétitivité ayant une action dans le biogaz. A la lecture de cette carte il apparaît que cette thématique est assez bien abordée par les entreprises dans les régions Picardie et Champagne Ardenne avec l'IEED PIVERT et le cluster Biogaz Valley qui reste cependant en devenir, ainsi qu'en région Rhône-Alpes avec l'IEED IDEEL qui aborde la thématique du biogaz de 2<sup>e</sup> génération et le pôle Tenerrdis qui abrite le projet Gaya de GDF-Suez (voir détail carte 14 p156). Enfin ce thème est très présent dans les régions PACA et Languedoc-Roussillon avec les pôles de compétitivité pôle eau (gazeification de boues et amélioration des procédés de méthanisation), Trimatec (technologies séparatives) et Cap énergies (méthanisation couplée à la production de microalgues).

Au niveau européen, Les orientations du 7<sup>e</sup> PCRD (programme cadre de R&D) sur les bioénergies visent aussi bien à réduire les coûts de conversion qu'en améliorer les processus par des meilleurs rendements, tout en visant une réduction drastique des émissions polluantes avec en ligne de mire la mise au point de bioraffineries. Enfin, le PCRD met l'accent sur le caractère durable des technologies à venir autant que sur leur rentabilité économique. Plusieurs programmes internationaux visent au développement de centrales de forte puissance dont les performances pourraient être équivalentes à celles des centrales au gaz naturel (40 à 45 % de rendement électrique).

## 2.5 - Le marché européen du biogaz : forte poussée de la méthanisation surtout en Allemagne

Eurobserv'ER<sup>71</sup> estime que pour l'ensemble de l'Union européenne la production de biogaz représentait 10,1 Mtep en 2011, dont 0,3 Mtep en France qui apparaît très en retrait par rapport à l'Allemagne (5,1 Mtep) le Royaume-Uni (1,8 Mtep) ou l'Italie (0,5 Mtep) respectivement première, seconde et troisième, et ce malgré un potentiel jugé comme étant le premier d'Europe.

La production de biogaz a fortement progressé en Europe avec un doublement depuis 2006, essentiellement sous l'effet du développement des installations spécifiquement dédiées à la production et la valorisation de biogaz qui ont quadruplé leur production en 5 ans.

**Tab. 28. Les principales ressources valorisées sous forme de biogaz en Europe en 2006 et 2011**

Sites de production	Production d'énergie primaire ktep en 2006	répartition	Production d'énergie primaire ktep en 2011	répartition	Evolution 2006/2011
Décharge	2 700	55,2 %	3 158	31,3 %	+57 %
Station d'épuration	868	17,7 %	1 208	12 %	+40 %
Installations dédiées : méthaniseurs agricoles, industriels, territoriaux, de déchets...	1 330	27,1 %	5 719	56,7 %	+330 %
<b>Total</b>	<b>4 898</b>	<b>100 %</b>	<b>10 085</b>	<b>100 %</b>	<b>+105 %</b>

Source : Eurobserv'ER barobilan 2008 et 2012

Les unités de méthanisation agricoles décentralisées allemandes et leur fort développement sont le principal moteur de la croissance européenne de la production de biogaz (quadruplement de la production depuis 2006), grâce notamment à l'extension des cultures énergétiques. Ce mode de valorisation est particulièrement répandu en Allemagne qui assure à elle seule 77 % de ce type de production en Europe. En 2011 l'Allemagne assurait 50,2 % de la production européenne de biogaz tous types de ressources contre 33 % 5 ans auparavant.

Le Royaume-Uni a particulièrement développé la valorisation des gaz de décharge puisqu'il assure à lui seul 47 % de la production européenne à partir de cette ressource. Cependant, l'essentiel de la progression de la production de biogaz britannique (+17 %) est à mettre sur le compte d'une meilleure utilisation du potentiel offert par les stations d'épuration (+56 %).

En France, quatrième producteur européen, la principale source de production de biogaz provient des décharges (250 ktep), des installations dédiées (58 ktep) puis des boues d'épuration (42 ktep). La production a progressé de 28 % depuis 2006, principalement sous l'effet d'une meilleure récupération des gaz des décharges et alors que débutait la croissance des installations dédiées.

### Le marché de la méthanisation : forte poussée de la valorisation électrique

La valorisation du biogaz ainsi obtenu s'opère sous forme de production électrique ou sous forme de chaleur et plus récemment par injection directe dans le réseau.

Au niveau européen, la production électrique à partir de biogaz était de 35,8 Gwh en 2011 (+111 % en 5 ans). L'Allemagne (19,4 Gwh), le Royaume-Uni (5,7 Gwh) et l'Italie (3,4 Gwh) sont de loin les principaux producteurs d'électricité à partir de biogaz. La France se classe 4<sup>e</sup> avec 1,1 Gwh.

De même qu'elle a tiré la production européenne de biogaz, l'Allemagne a assuré 63 % de la croissance de la valorisation électrique du biogaz en Europe. Cette forte croissance de la valorisation électrique du biogaz allemand (+161 %) s'est essentiellement opérée par le développement de centrales électriques seules. Dans le même temps, la production électrique française progressait de 111 % avec une multiplication par 10 de la cogénération.

<sup>71</sup> Barometre biogaz, eurobserv'ER, décembre 2012

## 2.6 - Le marché du biogaz en France : croissance du côté agricole

En France les principales sources de production du biogaz sont les décharges, l'épuration puis les effluents des industries agricoles et agroalimentaires.

**Tab. 29. Valorisation du biogaz en France métropolitaine**

	2005		2006		2011	
Métropole	élec. en GWh	therm. en ktep	élec. en GWh	therm. en ktep	élec. en GWh	therm. en ktep
<b>Biogaz</b>						
décharges	421	6	462	7		22
boues d'épuration	57	28	57	26		
Autres	3	20	3	20		52
<b>total</b>	<b>481</b>	<b>54</b>	<b>522</b>	<b>53</b>	<b>1 200</b>	<b>74</b>

Source : DGEMP base Pegase

Au niveau national, le parc de digesteurs de grande capacité s'élève fin 2012 à près de 280 unités<sup>72</sup> (hors 80 installations des ISDND).

Il est essentiellement constitué d'installations agricoles et industrielles puis par les 60 installations des stations d'épuration (STEP). Par ailleurs sur les 244 ISDND en activité, seules 80 valorisent le biogaz récupéré à des fins énergétiques, environ 80 autres installations se contentent de le torcher tandis que 80 autres ne le récupèrent pas.

**Tab. 30. Le parc d'unités de méthanisation en France et Île-de-France et les projets connus en 2013**

Type d'installation	Installé France	Installé Île-de-France	Puissance moyenne installée (Mwh el) <sup>73</sup>	Projets connus en France	Perspectives de croissance
A la ferme	96	2	0,21	Env.80	En forte croissance (objectif 1000 méthaniseurs en France)
Installations centralisées	15	1	1,3		En croissance
Industrielle	97	1	2		Développement, rénovation et optimisation du parc existant
STEP	60	10	0,65	4	Rénovation et optimisation du parc existant
Traitement ordures ménagères (dont TMB)	12	1	1,62	Env. 8	En faible croissance
ISDND (décharges)	80	5 (valorisant électriquement)	1,25	48	Équipement des sites en unité de valorisation par cogénération énergétique du biogaz produit naturellement.

Source : unités installées Base Sinoe, autres informations tirées des actes du colloque sur « la prévention et la gestion des déchets dans le territoire », 26 juin 2013

Alors que la réglementation sur les déchets se durcit en faveur d'une plus forte valorisation et que par ailleurs des tarifs incitatifs à la valorisation énergétique ont été mis en place, les opérateurs sont de plus en plus attirés par les perspectives financières qu'offre la valorisation énergétique du biogaz<sup>74</sup>. Comme l'indique le tableau ci-dessus, le plus gros potentiel de croissance se situe au niveau du développement d'installations à la ferme pour des unités de relativement petite taille (0,2 Mwe en moyenne).

L'équipement des ISDND est aussi un marché important dans les années à venir avec 48 installations en cours d'équipement et au moins 30 autres si l'on devait équiper toutes les ISDND qui récupèrent le biogaz sans le valoriser. Le développement d'installations centralisées semble moins important que celles à la ferme mais avec des unités en moyenne bien plus grandes (1,3 Mwe), comme c'est le cas des unités de traitement des ordures ménagères avec cependant quelques interrogations concernant les unités de TMB dont le développement n'est pas souhaité en Ile-de-France.

<sup>72</sup> Source base SINOE consultée le 30 octobre 2013, <http://www.sinoe.org>

<sup>73</sup> « Bilan national des projets de méthanisation au 1<sup>er</sup> juillet 2013, état des lieux des projets biogaz par cogénération bénéficiaires d'un récipissé d'identification ADEME », ADEME, juillet 2013.

<sup>74</sup> « La quantité de biogaz produite devrait considérablement s'accroître dans les prochaines années : le potentiel évalué est important et le dispositif d'aides publiques (fonds chaleur, révision du tarif d'achat de l'électricité, possibilité d'injecter le biogaz dans les réseaux de gaz naturel) suscite désormais le lancement de nombreux projets » texte issu du rapport : « bilan énergétique de la France pour 2010 », SOes 2011

## 2.7 - Les dispositifs de soutien au biogaz

Un plan énergie méthanisation autonomie azote (EMAA) a été adopté en France en mars 2013. Il vise à encourager le développement d'installations de méthanisation agricole collectives avec un objectif de développement de 1 000 méthaniseurs d'ici 2020. Ce plan s'appuie sur différents dispositifs de soutien qui recouvrent plusieurs dimensions : législatives, réglementaires, fiscales, financières. Ces dispositifs qui se veulent favorables au développement de la filière se heurtent à l'existence de contraintes administratives et techniques perçues par les porteurs de projets comme constituant un frein.

### 2.7.1 - Une politique de soutien active avec des tarifs d'achat désormais cumulables pour le biogaz

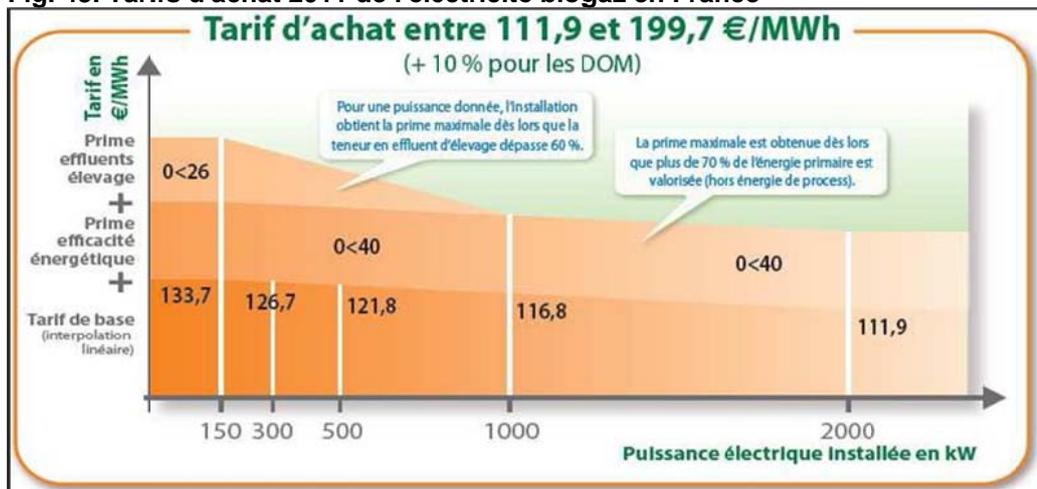
Fig. 42. Unité de méthanisation de la SCEA du Bois Brillant



Photo Ets Claie

Concernant la **production d'électricité**, les tarifs d'achat ont été revalorisés le 21 mai 2011. Ils se décomposent en un tarif de base désormais compris entre 11,19 et 13,37 c€/kWh selon la puissance de l'installation, auquel peut s'ajouter une prime à l'efficacité énergétique comprise entre 0 et 4 c€/kWh et une prime pour le traitement d'effluents d'élevage comprise entre 0 et 2,6 c€/kWh. Le nouveau tarif permet de mieux prendre en compte les surcoûts pour les faibles puissances. La création d'une prime pour le traitement d'effluents d'élevage vise à améliorer la rentabilité des installations agricoles qui traitent des effluents d'élevage dont l'incorporation entraîne une diminution de la productivité en biogaz. Le tarif d'achat pour les unités agricoles de petite et moyenne puissance est ainsi revalorisé de 15 à 25 % en moyenne.

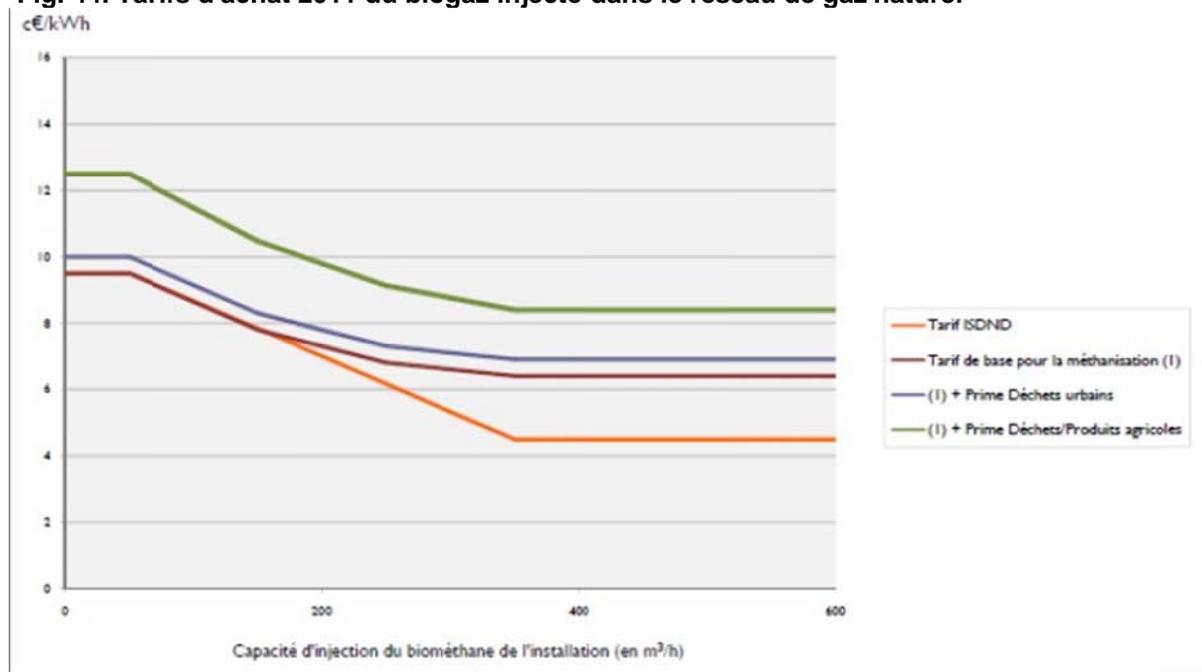
Fig. 43. Tarifs d'achat 2011 de l'électricité biogaz en France



Source : <http://www.bioenergie-promotion.fr>

**Concernant l'injection dans les réseaux de gaz naturel**, un tarif d'achat garanti a été mis en place le 24 novembre 2011. Ce tarif différencie les installations d'enfouissement des déchets de celles des installations agricoles dédiées au traitement des déchets fermentescibles. Pour cette seconde catégorie, à un tarif de base s'ajoute un tarif en fonction de la nature des intrants utilisés. Les déchets d'origine agricole étant mieux valorisés que les déchets ménagers, de même les petites installations sont proportionnellement plus rémunérées que les grosses. On constate ainsi que les installations agricoles sont les premières visées par ce tarif d'achat du biogaz produit et injecté.

**Fig. 44. Tarifs d'achat 2011 du biogaz injecté dans le réseau de gaz naturel**



Source : <http://www.bioenergie-promotion.fr>

Dans le détail, pour les **installations de stockage de déchets non dangereux**, les tarifs d'achat du biométhane injecté sont compris entre 4,5 et 9,5 c€/kWh selon la taille de l'installation.

Pour les autres unités de méthanisation, les tarifs d'achat du biométhane injecté : le tarif de base est compris entre 6,4 et 9,5 c€/kWh selon la taille de l'installation, auquel peut s'ajouter la prime calculée en fonction de la nature des intrants utilisés comprise entre 2 et 3 c€/kWh si les intrants sont composés exclusivement de déchets ou de produits issus de l'agriculture ou de l'agro-industrie. Elle est de 0,5 c€/kWh si les intrants sont exclusivement composés de déchets ménagers. Lorsque les intrants sont « mélangés » (codigestion), la prime est pondérée, calculée au prorata des quantités d'intrants utilisés par l'installation.

Dernière nouveauté en mars 2013, la double éligibilité au tarif d'achat. En effet à partir de cette date tout producteur peut désormais être à la fois éligible aux tarifs d'obligation d'achat d'électricité fournie par cogénération et au tarif d'achat garanti du gaz produit et injecté dans les réseaux de distribution. Ceci concerne les déchets végétaux, animaux, les boues d'épuration, etc. et devrait permettre d'améliorer sensiblement la rentabilité d'installations réputées coûteuses et donc d'attirer des investissements pour de nouveaux projets. Le dispositif devrait favoriser les projets issus de la méthanisation des boues et des déchets qui ont les moyens de financer ces investissements.

## 2.7.2 - Contexte réglementaire national : des améliorations mais des contraintes administratives et techniques jugées importantes par les acteurs

L'amélioration du contexte réglementaire est destinée à raccourcir les délais d'instruction administratifs en proposant un cadre général là où auparavant les demandes étaient examinées au cas par cas. On trouve ainsi 3 mesures spécifiques à la méthanisation :

- Création en 2009<sup>75</sup>, de la rubrique n°2781 de la nomenclature ICPE spécifique à l'activité de méthanisation (production de biogaz).
- Introduction en 2010 d'un régime d'enregistrement<sup>76</sup> pour les installations de méthanisation de taille moyenne.
- Création en 2010, par le même décret, d'une catégorie spécifique au biogaz dans la rubrique dédiée à l'activité de combustion (n°2910) dont le régime (autorisation, enregistrement ou déclaration) est calé sur celui appliqué à l'installation de méthanisation.

Par ailleurs, la méthanisation des déchets et résidus d'origine agricole par les agriculteurs est reconnue comme activité agricole<sup>77</sup> sous condition que :

- l'installation soit exploitée et l'énergie commercialisée par un exploitant agricole ou par un groupement d'exploitants majoritaires dans une structure sociétaire de statut non commercial ;
- l'installation utilise des matières premières issues pour 50 % de l'agriculture.

Cette mesure facilite l'implantation des unités de méthanisation en zone rurale et plus particulièrement dans les zones définies comme agricoles dans les documents d'urbanisme.

Les obligations liées au régime ICPE conduisent à réaliser de nombreuses études (enquête publique, étude d'impact...) qui compte tenu des délais d'instruction de 12 à 18 mois (sans les recours) peuvent étirer la durée de réalisation du projet de 3 à 5 ans entre la phase de projet et le démarrage de l'installation.

Les acteurs du secteur estiment que ces délais sont trop longs (comparés à ce qui se pratique en Allemagne) notamment concernant les plus petits projets et proposent à ce titre de relever le seuil de déclaration de 30t/j actuellement à 60t/j.

**Fig. 45. Un régime ICPE contraignant pour les installations d'unités de méthanisation**



Photo © Waterleau New Energy à Ypres, [www.bioenergie-promotion.fr](http://www.bioenergie-promotion.fr)

<sup>75</sup> Décret n°2009-1341 du 29 octobre 2009

<sup>76</sup> Par le décret n° 2010-875 du 26 juillet 2010

<sup>77</sup> L'article 59 de la loi n°2010-874 du 27 juillet 2010 portant modernisation de l'agriculture et de la pêche ayant inséré la méthanisation agricole dans la liste de ces activités. Les conditions d'applications du statut agricole sont précisées par le décret n° 2011-190 du 16 février 2011 relatif aux modalités de production et de commercialisation agricoles de biogaz, d'électricité et de chaleur par la méthanisation.

### 2.7.3 - En Île-de-France : un plan méthanisation ambitieux

Le SRCAE d'Île-de-France voté en 2012 porte une forte ambition en matière de développement de la méthanisation en Île-de-France qui représenterait 19 % de l'effort au développement des énergies renouvelables et locales, avec un objectif de production de 2 046 Gwh à l'horizon 2020 contre 298 Gwh produits en 2009, soit une multiplication par 6,5 du potentiel.

Afin de préciser les moyens de ce développement, une étude de gisement a été confiée en 2013 au cabinet SOLAGRO spécialisé dans ce domaine (voir conclusions détaillées au chapitre 2-11).

Sur la base des conclusions du rapport remis par le cabinet SOLAGRO une «Stratégie de développement de la méthanisation en Île-de-France»<sup>78</sup> a été votée par le conseil régional d'Île-de-France en février 2014.

Ce document indique les différents enjeux de cette filière pour l'Île-de-France pour différents secteurs.

- Pour le secteur énergétique-climat : un des principaux piliers pour atteindre l'objectif de la stratégie 3 X 20, ainsi que la possibilité de développer une énergie locale.
- Pour le secteur des déchets : en ligne avec le PREDMA (plan régional d'élimination des déchets ménagers et assimilés) développer la filière méthanisation de la fraction fermentescible des déchets.
- Pour le secteur de l'agriculture : favoriser l'autonomie énergétique des exploitations agricoles, la diversification de l'activité et des revenus, développer l'usage des cultures intermédiaires à valorisation énergétique (CIVE).
- Pour le secteur de l'assainissement : rechercher une meilleure valorisation des boues de station d'épuration des eaux usées (STEP) qui doivent plus fortement contribuer à une autonomisation énergétique des STEP très énergivores, ainsi que développer l'injection de biométhane dans le réseau de gaz.

Les principales propositions d'actions portent sur :

1. Procéder à l'homologation du digestat issu de la méthanisation ;
2. Permettre l'injection du biogaz issu de la méthanisation des boues de STEP dans le réseau ;
3. Établir un « schéma régional de raccordement au réseau gaz » ;
4. Développer la desserte gaz pour soutenir la filière biométhane ;
5. Faciliter le développement de projets de méthanisation d'injection de biométhane au réseau de transport et de distribution de gaz naturel ;
6. Favoriser le développement du biométhane carburant ;
7. Privilégier l'émergence de projets de territoire.

Les outils prévus pour la mise en œuvre de cette stratégie sont :

- La mise en œuvre d'une animation territoriale portée par l'ARENE IDF en relation avec le Club biogaz-ATEE, l'ARD, l'IAU îdF et les acteurs de proximité comme les chambres d'agriculture et les parcs naturels régionaux (PNR).
- L'accompagnement des porteurs de projets par le biais de la SEM Energies POSIT'IF dont la région Île-de-France est actionnaire majoritaire. La SEM Energies POSIT'IF accompagne les projets de méthanisation innovants qu'ils soient agricoles, industriels ou territoriaux pour faciliter l'acceptation et le portage local du projet, pour porter les missions d'assistance à maîtrise d'ouvrage ou des études de faisabilité techniques et financières préalables, enfin elle investit au capital de la société de projet à hauteur de 20 % maximum. Toutes ces actions sont complémentaires des actions du conseil régional et de ses partenaires au premier rang desquels l'ADEME.
- Le lancement d'un appel à projets permanent en partenariat avec l'ADEME afin d'annoncer la nature des projets attendus, les conditions d'éligibilité et critères d'exigence et de prioriser avec équité les projets à soutenir. Il visera à soutenir les projets performants et reproductibles dans des conditions technico-économiques acceptables permettant la diffusion de technologies de digestion éprouvées.

Différentes conditions d'éligibilité ont été établies dont les principales sont :

- la part des cultures énergétiques dédiées ne devront pas dépasser 10 % en poids brut du plan d'approvisionnement du projet ;
- les cultures énergétiques CIVE devront être réalisées sans engrais minéral ni traitement phytosanitaire ;
- la part des résidus de culture prélevés pour la méthanisation ne devra pas dépasser 30 % à l'échelle de chaque exploitation agricole ;
- les projets concernant les unités de tri mécano biologique TMB ne seront pas considérés ;

---

<sup>78</sup> Document téléchargeable sur : <http://mariane.iledefrance.fr/cindocwebjsp/>

- les projets concernant les STEP de 10 000 à 100 000 équivalent habitants seront considérés.

De même des critères d'analyse des projets ont été établis selon trois axes prioritaires :

- leur empreinte territoriale,
- la qualité de l'approvisionnement et des intrants,
- la valorisation énergétique et agronomique.

Des aides régionales seront allouées aux projets sélectionnés selon la grille suivante (tab 31).

Une bonification de 3 % sera apportée aux projets citoyens, c'est-à-dire dotés d'une gouvernance démocratique et transparente avec un vote par tête, ayant une finalité non spéculative et qu'une partie des bénéficiaires soit réinvestie soit dans d'autres projets citoyens, soit dans des actions de sensibilisation et de solidarité.

Ces investissements pouvant éventuellement recevoir des cofinancements européens FEDER (Fonds européen pour le développement régional) ou FEDEAR (Fonds européen agricole pour le développement rural)

**Tab. 31. Aides régionales pour les projets de méthanisation éligibles**

Projets	Producteurs ou porteurs de projets	Aides régionales pour des montants HT
A la ferme	1 ou plusieurs agriculteurs sans ou avec co-substrats exogènes aux exploitations agricoles	30 % maximum des investissements Aide maxi : 1 000 000 €
Biodéchets	Collectivités et leurs groupements	30 % maximum des investissements Aide maxi : 2 000 000 €
Territorial	Société intégrant les parties prenantes du projet (industriel, collectivité, société de tiers investissement, agriculteurs...)	30 % maximum des investissements Aide maxi : 2 000 000 €
Biodéchets et effluents des activités économiques	TPE, PME/PMI	30 % maximum des investissements Aide maxi : 2 000 000 €
STEU	Collectivités et leurs groupements	30 % maximum des investissements Aide maxi : 2 000 000 €

Source : Conseil régional d'Île-de-France, rapport CR 16-14.

**Fig. 46. Les installations à la ferme figurent parmi les cibles de la stratégie francilienne**

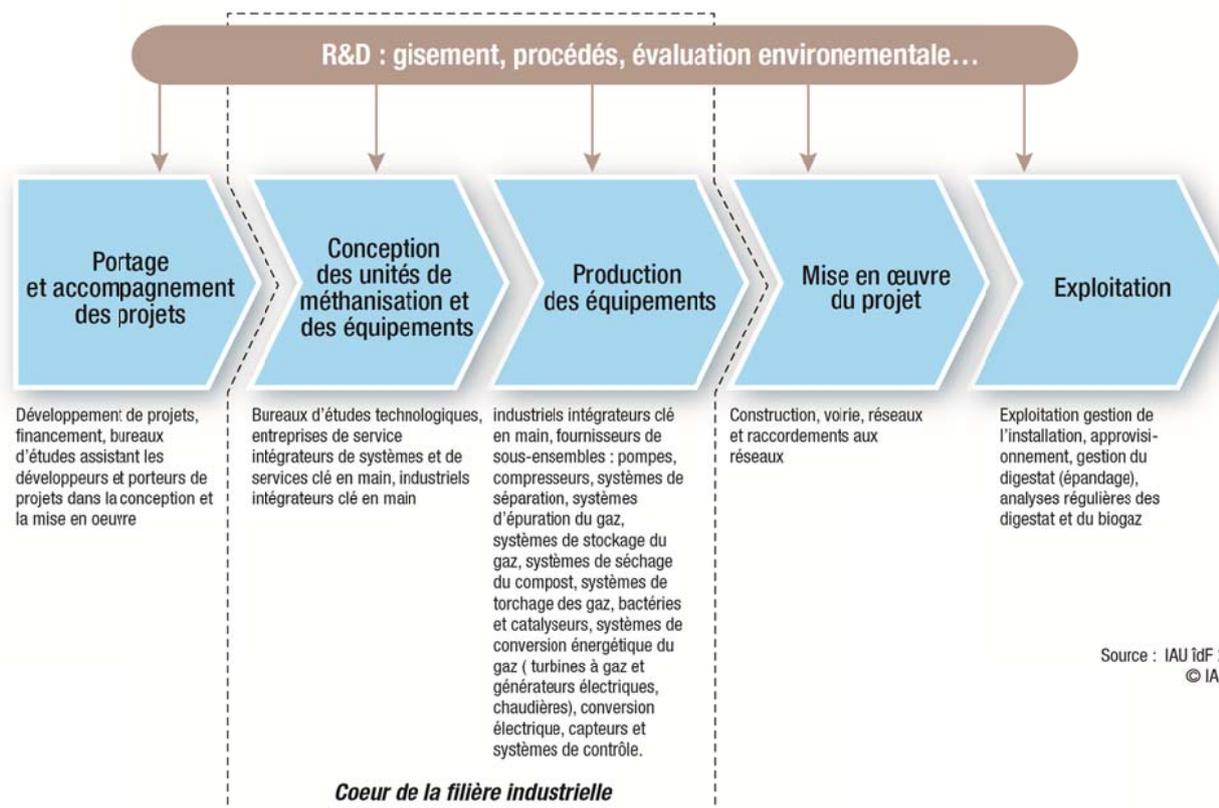


Photo © Ekkehart Malz, [www.bioenergie-promotion.fr](http://www.bioenergie-promotion.fr)

## 2.8 - La chaîne de valeur du biogaz<sup>79</sup> : les industriels étrangers dominant

Les acteurs impliqués dans la chaîne de valeur du biogaz (méthanisation) sont nombreux. De l'amont (développement du projet) à l'aval (exploitation) en passant par la fourniture des équipements permettant la méthanisation et la valorisation du biogaz produit qui constitue le cœur de notre propos.

Fig. 47. Schéma de la chaîne de valeur de la filière biogaz (méthanisation)



❶ En amont, des **porteurs de projets** de méthanisation qui peuvent aussi être les moteurs pour l'initiation et la construction d'un projet de méthanisation « territoriale ». Le porteur peut être le producteur de la ressource (industriel, agriculteur), le gestionnaire de cette ressource (grands groupes d'utilité publique traitement des déchets et de l'eau) ou un développeur. Dans ce dernier cas, son rôle consiste à identifier des terrains et les gisements organiques, à contractualiser avec les agriculteurs pour l'approvisionnement et l'épandage des digestats, mettre en cohérence les souhaits de chaque acteur autour du projet et valider à chaque étape du développement du projet. Le développeur est fortement impliqué dans le rôle de sensibilisation, d'information (auprès des élus, des citoyens, des pouvoirs publics). Ils participent à véhiculer les messages sur le recyclage des matières organiques, la production d'énergie renouvelable, etc. Le développeur est l'épine dorsale des projets de territoire. Dans le cas des projets agricoles, c'est l'agriculteur porteur de projet qui joue ce rôle. On a vu se développer des sociétés spécialisées dans ce domaine (énergéticiens ou sociétés financières ex. Unifergie groupe Crédit Agricole, Helioprod méthanisation, Smart énergies, Canopy...) qui mène des projets puis gèrent un portefeuille d'unités de méthanisation. Enfin, les grands groupes de gestion de déchets investissent à leur tour ce nouveau domaine d'activités, par exemple avec la mise en place d'unités de tri mécano-biologique de la fraction fermentescible des ordures ménagères.

Les porteurs de projets s'entourent de conseils de spécialistes à commencer par des **Assistants à Maîtrise d'Ouvrage (AMO)** qui les aident dans la constitution des cahiers des charges et l'évaluation des offres. Leur rôle peut être assimilé à celui d'un maître d'œuvre si bien que dans certains projets il n'y pas d'AMO.

<sup>79</sup> Voir à ce titre les études : « Emplois dans la filière biogaz de 2005 à 2020 », Club biogaz-ATEE février 2011, PP4-5. « Etat des lieux de la filière méthanisation en France », Club biogaz-ATEE septembre 2011

D'autres acteurs non économiques peuvent aider les porteurs de projets dans l'élaboration de leur faisabilité technique et économique et peuvent également avoir un rôle de promotion de la filière à l'image des associations. En France, dans les services décentralisés de l'État (DREAL), les Chambres d'agriculture, des équipes sont formées progressivement pour accompagner et contrôler les projets. Enfin différentes professions libérales assistent les porteurs de projets dans les différentes démarches : **avocats, juristes, comptables**.

Les frontières entre développeurs purs de sites, bureaux d'études technologiques accompagnant le maître d'ouvrage, les intégrateurs de systèmes ou les fournisseurs clé en main deviennent de plus en plus floues à mesure que ces acteurs issus de divers horizons étendent leur champ d'action vers l'amont et l'aval. Des entreprises technologiques ou industrielles, des sociétés de services ou des grands groupes de services urbains se positionnent ainsi comme offreurs de solutions complètes clé en main.

Nous poursuivrons donc notre présentation de la chaîne de valeur avec l'ensemble des bureaux d'études techniques, des groupes de service d'utilité publique et des intégrateurs industriels, qui interviennent à ce stade sans toujours être en capacité de placer tel ou tel acteur dans un rôle précis.

❶ Concernant la phase industrielle amont, des **bureaux d'études** se voient confier la définition technique et la conception des unités de méthanisation dont leur dimensionnement au vu de l'estimation des flux. Ils assurent souvent les missions de montage juridique du dossier et son instruction technique et réglementaire (études d'impact notamment, déclaration ou demande ICPE...). Ils peuvent prendre en charge la conduite des travaux d'installation et proposer des solutions de financement. Certains vont plus loin et offrent des prestations clé en main, ce qui peut inclure la gestion de l'installation. Les acteurs spécialisés sont surtout de petites entreprises dépassant rarement 20 salariés qui se sont développées relativement récemment à partir de savoir-faire très spécifiques et sont souvent innovantes.

Ces bureaux d'études sont soit des généralistes ayant développé des compétences dans ce domaine (Béture environnement, Pöyry, Bertin technologies du groupe CNIM...), soit spécialisés (Solagro ou Naskéo pour la méthanisation agricole, groupe Merlin à Lyon ou Bio'Logic assistance à Douai plus spécifiquement pour la méthanisation des déchets ménagers). Certains de ces groupes se positionnent en tant que développeurs et **intégrateurs de systèmes et de services** sans produire aucun équipement en s'appuyant parfois sur un portefeuille de technologies dont ils sont détenteurs à l'image de Naskéo.

Parmi les principaux **intégrateurs de systèmes et services** figurent au premier chef les grands groupes de services urbains. Ceux-ci ont des activités diversifiées, à la fois dans le domaine du traitement des déchets et dans celui du traitement de l'eau ou encore le recyclage et étendent leur activité vers la valorisation énergétique de leur ressource par méthanisation ou captage du biogaz dégagé. Ils assurent l'ensemble des activités de collecte, de gestion des sites et la valorisation énergétique de la ressource qu'ils gèrent (déchets ou boues d'épuration). Ils ont développé en interne des activités d'ingénierie spécialisées dans la conception et la construction de sites de traitement et de valorisation. Ces groupes mènent des activités de R&D autour des thématiques déchets et eau en s'intéressant notamment à l'amélioration des process de valorisation énergétique. Ces acteurs, qui ont développé leurs propres technologies produisent en partie certains de leurs équipements.

Dans cette famille d'acteurs, la France compte trois leaders mondiaux sur ces marchés :

-Le groupe GDF-Suez avec ses filiales SITA pour l'enlèvement et le traitement des ordures dont la filiale Terralys développe des sites de méthanisation clé en main, Degremont pour la gestion et le traitement de l'eau dont Ondéo pour le traitement et la valorisation des fluides industriels ou encore Verdesis pour les projets de méthanisation agricoles.

-Le groupe Véolia en particulier SEDE environnement spécialisée dans la méthanisation des boues et effluents industriels, sa division « water » (ex Générale des eaux) qui assure la gestion et le traitement de l'eau avec sa filiale d'ingénierie OTV dédiée à la conception et la construction de sites de traitement de l'eau.

- Le groupe SAUR et ses filiales COVED qui collecte et valorise le biogaz généré par les déchets enfouis, STEREAU qui conçoit et construit des unités de méthanisation de boues de STEP.

Ces groupes assurent l'essentiel du marché national de l'enlèvement et traitement des ordures et du traitement de l'eau.

### ④ La phase industrielle proprement dite :

Les **industriels** proprement dit produisent tout ou partie des équipements qu'ils fournissent aux acteurs précédemment cités.

Certains d'entre eux se positionnent aussi comme **intégrateurs** et proposent l'ensemble de la prestation décrite ci-dessus à partir de leur propre savoir-faire industriel.

Au cœur de la filière se trouvent les intégrateurs industriels fabricants de digesteurs, entreprises spécialisées présentes depuis longtemps sur ce marché. Elles restent de taille peu importante, mais peuvent cependant être intégrées à des grands groupes à l'image de Schmack biogas AG filiale du groupe allemand Viessmann qui a déjà installé 220 digesteurs ce qui représente une capacité de traitement de plus de 1 million de tonnes. Les entreprises allemandes placées sur ce segment dominant le marché européen et occupent les 8 premières positions en termes de nombre d'installations réalisées. Le premier, MT Energy, bénéficie de 500 références et est présent en Alsace, les second et troisième Envitech Biogas (450 références) et Planet biogas technik sont implantés en Bretagne... Parmi les dix premiers européens on trouve aussi l'italien Sebigas ou le danois Xergi actifs en France.

Certains industriels se sont plus récemment positionnés comme intégrateurs de systèmes et de services à l'image d'Eneria filiale du groupe américain Caterpillar ou Clarke Energy (GE Energie), qui proposent des offres clé en main à partir de leur savoir-faire dans le domaine des turbines et générateurs.

Les intégrateurs industriels font appel à des **équipementiers**, qui fournissent des sous-ensembles ou des composants des digesteurs (pompe, sur-presseur, cuve inox, agitateur, membranes, etc.). Les installations intègrent aussi des systèmes d'épuration du biogaz et de contrôle de la qualité, de torchage des gaz excédentaires, des gazomètres (systèmes de stockage) et des systèmes de séchage du compost. Les fournisseurs de purification de gaz ou de torchage figurent parmi les fournisseurs clés ex : Dierske milieutechnik (DMT) (All), Arol Energy (FRA), Envitec-biogaz (All), Schmack Biogas AG (All), Certains sont spécifiques au biogaz, d'autres plus généralistes. On compte aussi de nombreux constructeurs de sous-ensembles qui participent à la filière en tant que fournisseurs mais dont les produits ne sont pas spécifiques aux ENR. C'est notamment le cas pour les pompes, compresseurs et robinetterie, chaudières, brûleurs....

**Fig. 48. Agitateur axial d'un digesteur**



Photo Weltec, [www.bioenergie-promotion.fr](http://www.bioenergie-promotion.fr)

Les groupes spécialistes des gaz industriels (Air liquide en France, les américains Air product, UCIG (Union Carbide) ou encore les allemands Linde et Messer pour ne citer que les principaux), interviennent aussi dans le processus en fournissant des gaz catalyseurs qui permettent l'accélération de la réaction ou en proposant des solutions technologiques de purification des gaz.

Enfin, **des sociétés de biotechnologie fournissent les bactéries**, qui suivant les procédés utilisés, agissent à température ambiante (psychrophyles), à température plus élevée (30 à 40°, mésophiles) ou à haute température (thermophiles à 50-65°). Les technologies développées en France utilisent essentiellement des bactéries mésophiles.

Au stade de la valorisation énergétique du biogaz interviennent des fournisseurs de générateurs électriques, de cogénérateurs, de moteurs et turbines à gaz ou encore de chaudières. Ces acteurs sont des généralistes intervenant sur le marché du biogaz, les machines et technologies mises en oeuvre étant proches de celles utilisées pour les combustibles fossiles (gaz naturel, diesel...). Il en est de même pour les fournisseurs de systèmes de régulation de production électrique et de postes de livraison (Schneider Electric (FRA), Siemens (All), ABB (Suisse) ou encore GE energy et Power conversion (USA) pour ne citer que les principaux acteurs présents en France, qui font le relais entre l'installation et le réseau électrique ou le réseau de gaz en cas d'injection.

④ **Des instituts de recherche actifs dans le domaine de la méthanisation** accompagnent l'ensemble de la chaîne de valeur dont les industriels. En amont, par la recherche sur de nouveaux procédés en méthanisation, de nouveaux types de gisements de biomasse et leur production ou mobilisation (microalgues, prétraitement de lignocellulose). En aval, par l'évaluation environnementale des simulations de codigestion de différents types de déchets...

④ En aval de la phase industrielle, la **mise en oeuvre du projet** est coordonnée par un ou plusieurs **maîtres d'œuvre dont certains** sont des **intégrateurs clé en main** (voir plus haut). Ceux-ci coordonnent l'ensemble des interventions des fournisseurs d'équipements et de génie civil pour respecter les échéanciers et mettre en cohérence l'ensemble des travaux à effectuer sur une unité de méthanisation. Afin de préparer l'installation des équipements proprement dit puis de les raccorder aux différents réseaux interviennent des artisans locaux et des grands groupes de génie civil et VRD pour l'installation d'unités avec les groupes de BTP comme Bouygues ou Vinci. A ce stade les **gestionnaires de réseau de distribution et de transport de gaz** (GRDF), **d'électricité** (ERDF) **et/ou de chaleur** (Dalkia : groupe Véolia, Cofély et CPCU : groupe GDF-Suez, Coriance pour les principaux acteurs français) interviennent pour assurer le suivi des affaires, les études d'injection, l'ingénierie, le suivi des chantiers de raccordement et d'injection. Ils assureront l'exploitation et la maintenance des postes d'injection tout au long de la durée de vie de l'installation. Ces maîtres d'œuvre ou intégrateurs prennent souvent en charge l'exploitation du site.

Cette phase n'est pas spécifique au biogaz et fait intervenir les mêmes opérateurs quelle que soit la nature de la biomasse dès lors qu'elle est valorisée sous forme électrique, de chaleur ou de gaz.

⑤ **En phase d'exploitation l'exploitant de méthaniseur** : agriculteur, industriel ou le maître d'œuvre en délégation assure la réception des déchets, le pilotage du méthaniseur, la maintenance de l'unité de méthanisation, et l'évacuation des digestats. Ces acteurs ont pour tâche de gérer les flux d'approvisionnement et d'évacuation des digestats, les factures, les contrats, le stockage des intrants, l'entretien des moteurs (huile...), les réparations, la qualité du biogaz qui va permettre le fonctionnement des moteurs ou qui sera injecté dans le réseau ou encore utilisé comme carburant, les ventes d'énergie, la relation avec le voisinage, les visites d'installation, les rapports avec l'administration, plus le nettoyage du site. A ce stade intervient éventuellement une société chargée de la **collecte de biodéchets pour la méthanisation** qui assure la logistique pour acheminer les biodéchets collectés sur le territoire à l'unité de méthanisation (groupes Veolia ou Saria par exemple). Par ailleurs, des **centres de déconditionnement des biodéchets** peuvent, en amont, sur place ou sur un autre site, déconditionner des déchets organiques de type supermarché : viande périmée en barquette, yaourts, invendus de fruits et légumes ou autres déchets organiques emballés. Ces centres sont souvent développés par les acteurs de la collecte. Tout au long du processus d'exploitation des **laboratoires d'analyse** qui étaient intervenus pour caractériser les entrants (matière sèche, matière organique) et évaluer le potentiel méthanogène sont également amenés à réaliser des mesures des indicateurs de suivi d'un méthaniseur (acides gras volatils (AGV), demande chimique en oxygène (DCO), % de méthane dans le biogaz).

Plus en aval, en dehors du site de méthanisation, la possibilité d'utiliser du biogaz dans les véhicules (GNV) peut avoir un impact positif sur le développement du réseau de **stations de biométhane carburant** (construction et exploitation).

Ce schéma d'ensemble cache des spécificités selon le marché adressé, les acteurs ne sont pas les mêmes selon que l'on cible le **marché des boues de STEP** dominé par les géants du traitement de l'eau (OTV groupe Véolia, Degremont, Stereau groupe SAUR, celui de la **méthanisation des ordures ménagères** avec des bureaux d'études spécialisés et des acteurs de la construction tels que Vinci ou Valorga, celui de la **méthanisation des effluents industriels** avec les groupes Veolia eau, GDF-Suez (Degremont), Proserpol qui construisent des unités, ou encore la **méthanisation à la ferme** avec des acteurs plus récents et spécifiques comme Solagro, Naskéo en amont et en accompagnement du projet, Fertigaz pour la construction.

## 2.9 - Les jeux d'acteurs : un marché français trop jeune pour une production nationale d'équipements

Comme on l'a vu, les frontières entre différents acteurs tendent à s'estomper, nombreux sont les acteurs cherchant à capter un maximum de valeur et donc étendent leur activité sur la chaîne de valeur. L'objectif pour nombre d'entre eux étant de devenir fournisseur clé en main, éventuellement intégrer l'exploitation, voire pour certains devenir leur propre maître d'ouvrage.

Ainsi, il est souvent difficile d'isoler les développeurs des bureaux d'études. On voit des bureaux d'études qui évoluent vers le développement de sites et la fourniture clé en main (ex : Naskéo). Des fournisseurs de sous-ensembles qui se positionnent comme bureau d'études et développeur (ex : Eneria qui est à la base fournisseur de moteurs).

Les fournisseurs clé en main s'adressent principalement au marché des petites installations, tandis que pour les plus grosses, les maîtres d'ouvrage ont tendance à découper les marchés en lots et s'adressent directement aux fournisseurs spécifiques.

Suivant les technologies retenues les industriels mobilisés seront différents. Par exemple, la fourniture de cuves de digestion peut être faite par des chaudronniers ou par des entreprises du BTP si celles-ci sont en béton, dans ce cas il s'agit d'une prestation en génie civil.

Les constructeurs d'installations et fournisseurs de matériels qui composent les installations sont souvent étrangers, notamment allemands. Ces derniers ont bénéficié d'un décollage précoce de leur marché national qui est de loin le premier marché européen. **Ces acteurs peuvent de ce fait se prévaloir de références auprès de leurs clients, ce qui leur donne un avantage par rapport à leurs concurrents. Ils bénéficient aussi des économies d'échelles de leur appareil productif qui est prêt à servir d'autres marchés,** notamment à l'heure où le marché allemand est en baisse et qu'ils cherchent des relais de croissance sur les autres marchés européens porteurs comme la France (voir chapitre sur le marché 2.6 p107).

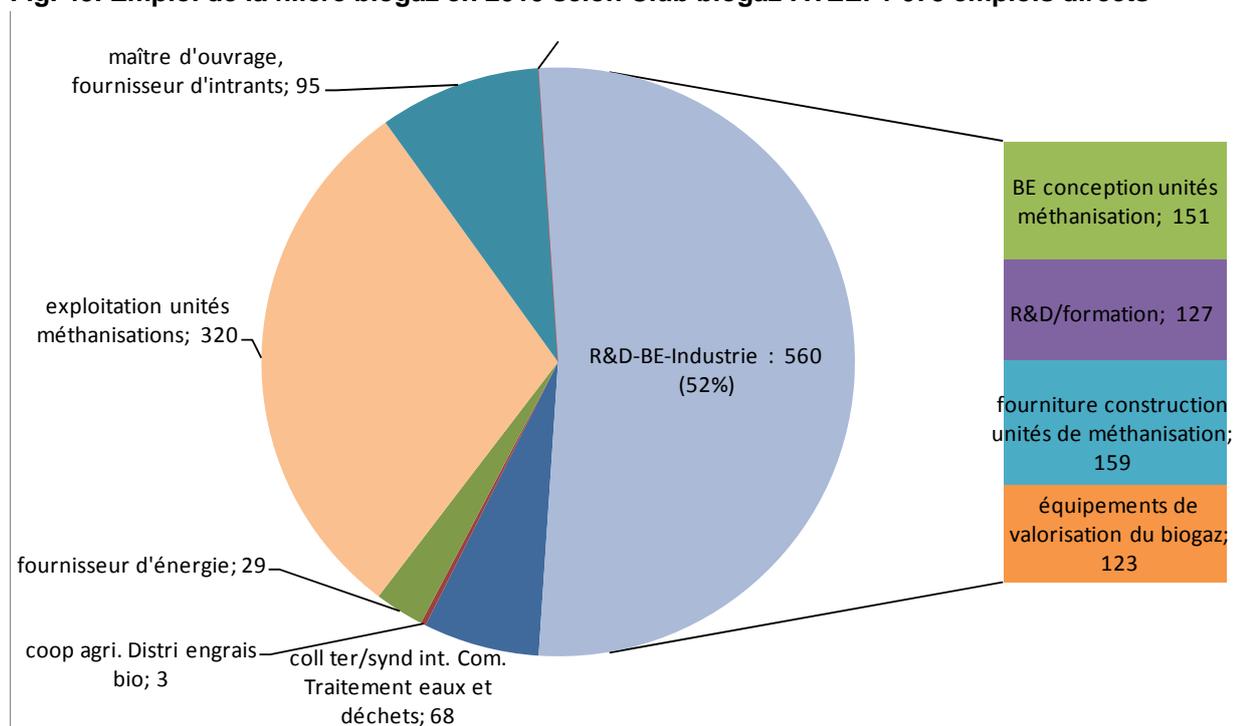
**Pour certains équipements** comme l'offre de moteurs de valorisation, notamment en cogénération ou les séchoirs à digestat, **il n'existe pas d'offre française.** Pour le reste des équipements, il existe une offre française mais qui reste encore trop faible et trop peu compétitive, de l'avis du Club biogaz-ATEE. Il existe pourtant des acteurs capables de devenir fournisseurs de cette filière comme les équipementiers agricoles pour lesquels il est possible d'adapter leur matériel à ce nouveau marché. Leur capacité et volonté à s'impliquer sur la filière dépendra de la taille du marché encore trop peu développé à ce jour. Les acteurs français sont par contre très présents au niveau de la conception, l'assistance à maîtrise d'ouvrage et les prestations d'ingénierie en général, et bien sûr au niveau de l'exploitation. Par ailleurs, le génie civil est réalisé par des entreprises locales, avec un contenu plus intensif lorsque les digesteurs sont en béton.

## 2.10 - L'emploi en France : environ 1 100 emplois directs estimés en France en 2010 et 3 à 4 fois plus d'ici 2020

Selon l'association française des industriels du biogaz (Club biogaz-ATEE), la filière compterait 1 074 emplois en 2010 et pourrait en compter 3 400 en 2020, si l'on en croit les perspectives des membres de l'association. Par ailleurs, si les objectifs du Grenelle concernant le biogaz étaient atteints en 2020 on pourrait espérer la création de 10 900 emplois temporaires liés à la mise en place des projets et 4 800 emplois permanents sur la durée de vie des projets.

Le Club biogaz-ATEE a mené une enquête auprès de ses adhérents afin d'estimer l'emploi direct de la filière en 2010 et à l'horizon 2020<sup>80</sup>. Il en ressort que le niveau d'emploi actuel (1 074) est relativement faible comparé aux autres segments des énergies renouvelables (voir autres chapitres emploi de cette étude ainsi que les données du SER sur le solaire photovoltaïque et l'éolien).

**Fig. 49. Emploi de la filière biogaz en 2010 selon Club biogaz-ATEE: 1 075 emplois directs**

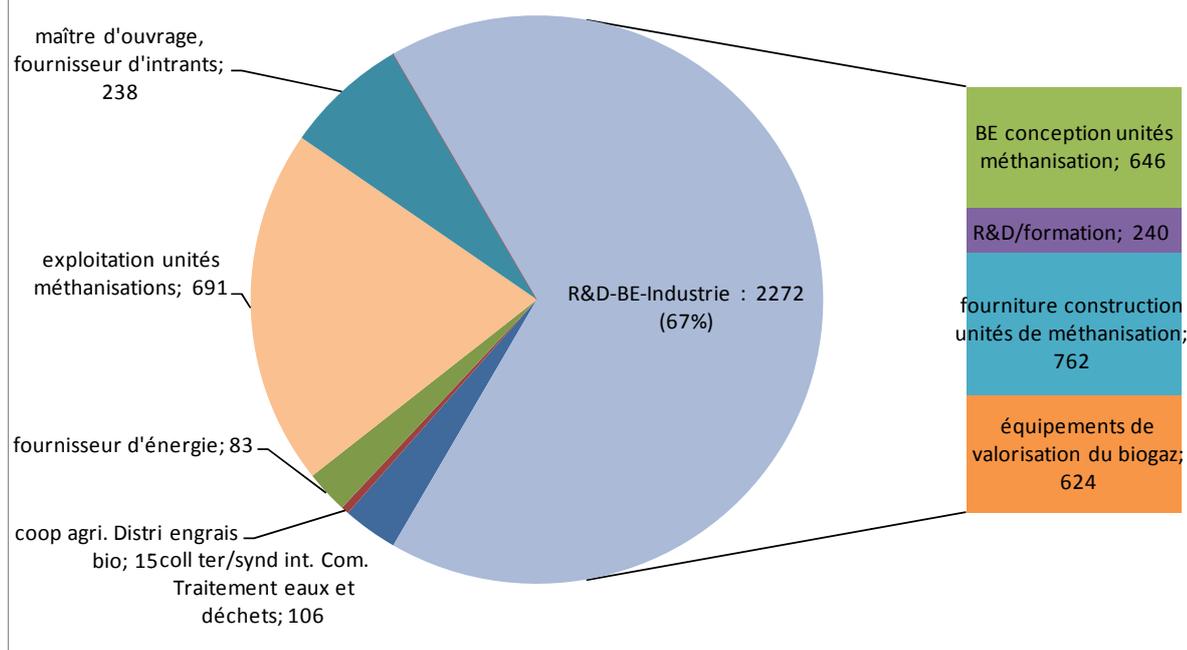


Source : selon données Club biogaz-ATEE

À l'aune de ces résultats on peut espérer un triplement de l'emploi entre 2010 et 2020, ce qui permettrait d'atteindre 3 400 emplois directs, ce qui reste relativement faible. Concernant le volet purement industriel ainsi que la recherche et les bureaux d'études, on ne compte que 560 emplois en 2010 (52 % du total), mais c'est sur ce segment que l'on espère la plus forte progression d'ici 2020 avec à cet horizon 2 272 emplois concernant l'estimation haute, soit 67 % des emplois directs de la filière méthanisation. Il faut noter que la proportion d'emplois locaux est forte en 2010 comparée aux autres ENR avec 48 % (exploitation, collecte biodéchets, coopératives agricoles) mais que la progression attendue de ces emplois est modeste, hormis sur le volet exploitation d'unités de méthanisation.

<sup>80</sup> « Emplois dans la filière biogaz de 2005 à 2020 », Club biogaz-ATEE, février 2011.

**Fig. 50. Horizon 2020 : 3 045 emplois (est. haute)**



Source : selon données Club biogaz-ATEE

Par ailleurs, selon les données actuellement disponibles, le Club biogaz-ATEE estime que pour une unité de méthanisation créée, chaque MW électrique installé génère 10,6 emplois/an temporaires (études, instruction, construction, démantèlement) et 4,7 emplois permanents pour l'exploitation et la maintenance dont 4,1 non délocalisables. De même, chaque MW thermique installé génère la moitié de ce qui est mentionné précédemment soit un total de 5,3 emplois sur la durée de vie du projet et 2,35 emplois permanents.

**Tab. 32. Nombre d'emplois pour une installation de 1 Mw el**

Type d'emplois	temporaire	temporaire	temporaire	permanent	non délocalisable
Phase	1 + 2	3	4+6	5	
Equivalent Temps Plein annuel pour 1 MW	Etudes opportunité + détaillée	Instruction	Construction + démantèlement	Exploitation	
Durée	6+6 mois	12 mois	6+6 mois	20x12 mois	
Développeur	1,0 ETP/a	0,5 ETP/a			1,0 ETP/a
Bureau d'études	0,7 ETP/a	0,2 ETP/a	0,2 ETP/a		0,2 ETP/a
Maitre d'œuvre	0,5 ETP/a	0,1 ETP/a	1,0 ETP/a	1,0 ETP/a	
Maitre d'ouvrage, Financier, Avocat	0,3 ETP/a	0,1 ETP/a	1,0 ETP/a		0,5 ETP/a
Constructeurs équipement			2,0 ETP/a		2,0 ETP/a
Constructeurs installations			3,0 ETP/a		3,0 ETP/a
Exploitation apporteur intrants				1,0 ETP/a	1,0 ETP/a
Exploitation fonctionnement				1,0 ETP/a	1,0 ETP/a
Gestion (analyse, contrôle)				1,0 ETP/a	0,5 ETP/a
Maintenance				0,2 ETP/a	0,1 ETP/a
Vente				0,5 ETP/a	0,5 ETP/a
<b>Total ETP/an</b>	<b>2,5 ETP/a</b>	<b>0,9 ETP/a</b>	<b>7,2 ETP/a</b>	<b>4,7 ETP/a</b>	<b>9,8 ETP/a</b>
<b>Total ETP/an temporaires</b>				<b>10,6 ETP/a</b>	<b>6,7 ETP/a</b>
<b>Total ETP/an permanents (20 ans)</b>				<b>4,7 ETP/a</b>	<b>3,1 ETP/a</b>

**Par unité de 1MW : 10,6 hommes-ans pour le développement du projet  
4,7 emplois permanents pour l'exploitation, maintenance**

Source : Club biogaz-ATEE

En se basant sur ces données et en leur appliquant les objectifs fixés par le Grenelle de l'environnement d'ici 2020 en matière de production de chaleur par le biogaz et d'électricité par le biogaz, l'association estime que l'on peut espérer la création de l'équivalent de 10 900 emplois an pour le développement et 4 800 emplois permanents si les objectifs sont atteints (voir le détail des calculs dans l'étude mentionnée en note de bas de page précédente).

## 2.11 - En Île-de-France : environ 60 emplois liés à l'exploitation

Pour estimer l'emploi francilien lié à la méthanisation on peut tenter de partir des installations existantes et de leur appliquer les ratios mentionnés pour la France<sup>81</sup>.

La base Sinoe® déchets répertorie les unités de traitement des déchets en France sans prétendre à une totale exhaustivité. Cet outil est néanmoins précieux pour identifier les installations de méthanisation présentes en Ile-de-France.

Selon ce site, en novembre 2013, on compterait 15 installations de valorisation des déchets non dangereux en biogaz auxquels il faut ajouter 5 ISDND produisant de l'électricité, soit 20 sites au total.

Par manque de détail sur la puissance installée au sein de chaque site nous avons pris la puissance moyenne installée observée par l'ADEME dans son bilan national de la méthanisation 2013<sup>82</sup>.

**Tab. 33. Estimation de l'emploi francilien lié aux installations de méthanisation en activité en 2013**

Type d'installation	Nombre d'installations	Puissance moyenne installée	Emplois pérennes par Mwh installé (ETP)	Emploi estimé (ETP)	Emploi observé ou annoncé sur le site	Nom site	Emplois temporaires par Mwh installé (ETP)	Emplois temporaires estimés
Ferme	2	0,21	4,7	1,0	1,0		10,6	4,5
Centralisé	1	1,3	4,7	6,1	25,0	Bionerval Etampes	10,6	14
Industrielle	1	2	4,7	9,4	9,4		10,6	21
STEP	10	0,65	4,7	3,1	3,1		10,6	69
TMB	1	1,62	4,7	7,6	20,0	Varenne Jarcy	10,6	17
ISDND	5	1,25	4,7	5,9	5,9		10,6	66
<b>Total</b>	<b>20</b>			<b>33,0</b>	<b>64,3</b>			<b>192</b>

Source estimation IAU îdF

Nous parvenons à un total de 33 emplois par cette voie théorique. Et si l'on ajuste avec les sites pour lesquels nous disposons d'une information précise (Varenne Jarcy) ou du volume d'emplois prévu en période de plein rendement (Bionerval), ces effectifs progressent pour atteindre 64 ETP.

Les projets auraient par ailleurs généré 192 emplois (ETP) dans leur phase d'accompagnement et de mise en place, toujours en se basant sur les mêmes ratios fournis par le Club biogaz-ATEE.

Nous ne retiendrons cependant pas ces emplois liés à la mise en place du projet, éphémères par nature, et n'existant que sur la durée de mise en place du projet (1 an), que nous considérerons comme déjà « consommés ».

Une autre approche, issue de notre recensement, qui se base sur le nombre d'établissements impliqués et spécialisés dans le biogaz (hors exploitations) nous permet d'estimer qu'il y aurait 515 emplois totalement ou très liés à l'activité de méthanisation en Île-de-France (voir détail plus loin en 2-14 et annexe II)

<sup>81</sup> Voir détail des calculs en annexe II

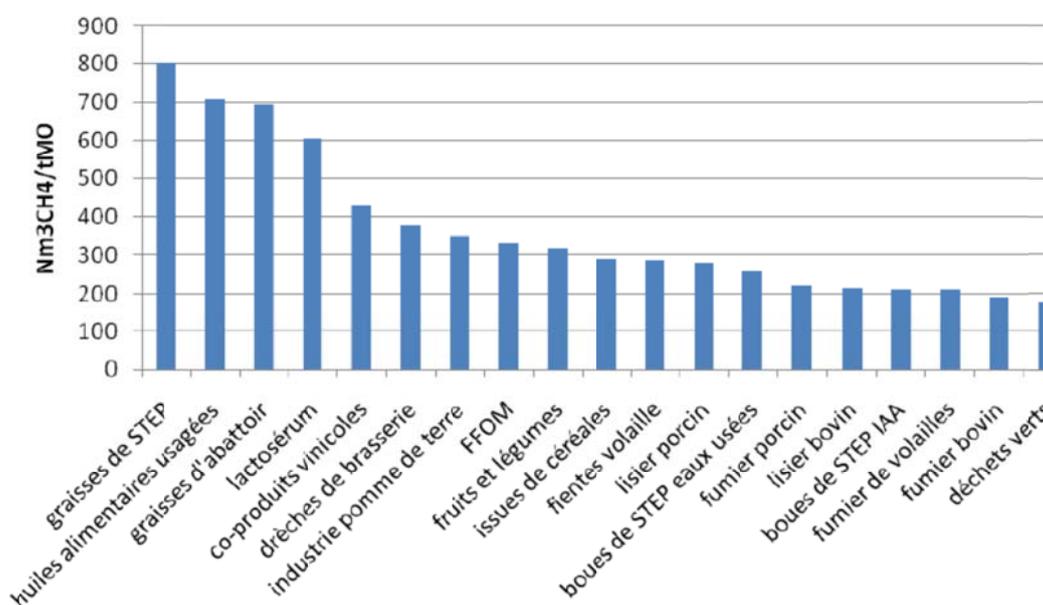
<sup>82</sup> « Bilan national des projets biogaz au 1<sup>er</sup> juillet 2013, Etat des lieux des projets biogaz par cogénération bénéficiant d'un récépissé d'identification ADEME. », ADEME, juillet 2013.

## 2.12 - Disponibilité des ressources en Île-de-France : un potentiel physique important mais complexe à mobiliser

Selon le ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie : « *Tous les déchets organiques, à l'exception des déchets ligneux (déchets de bois), peuvent être traités par méthanisation, et notamment les déchets et effluents liquides. Les principales matières traitées de la sorte sont les effluents industriels et les boues d'épuration urbaines ou industrielles. Ce traitement se développe depuis peu en France sur les déchets ménagers (en mélange ou après collecte séparée de la fraction fermentescible) et sur les déchets agricoles.* »

Cependant la nature des déchets organiques conditionne leur pouvoir méthanogène, à savoir leur capacité à produire du méthane.

Fig. 51. Potentiel méthanogène de sous-produits organiques



Scs : ADEME : méthanisation agricole et utilisation de cultures énergétiques en co-digestion, Oreade-Brèche et APESA, 2009  
STEP= stations d'épuration des eaux usées, FFOM = fraction fermentescible des ordures ménagères

D'une manière générale plus le produit est gras et plus son pouvoir méthanogène est important, avec un maximum de 800 Nm<sup>3</sup> de ch<sub>4</sub>/tMO (lire : Normal m<sup>3</sup> de méthane par tonne de matière organique) pour les graisses de stations d'épuration (STEP), la fraction fermentescible des ordures ménagères se situe dans la moyenne (un peu plus de 300) ce qui est logique étant donné son caractère hétérogène, tandis que les déchets verts en produisent à peine 200.

Le potentiel physique francilien a fait l'objet d'une étude réalisée en 2013 par le cabinet SOLAGRO<sup>83</sup> à la demande du conseil régional d'Île-de-France, dans le cadre de la « *Stratégie de développement de la méthanisation en Île-de-France* » votée en février 2014, il est un des volets du SRCAE francilien.

Avec un potentiel physique évalué à 11Mt/an pouvant générer **une énergie primaire totale de 9130 Gwh/an qui correspond à la consommation annuelle de l'équivalent de 224 000 logements<sup>84</sup>**, cette étude souligne l'importance du potentiel régional en premier lieu duquel le potentiel agricole (50 % du total) qui était jusque-là sous-évalué.

<sup>83</sup> « Le développement de la méthanisation en Île-de-France », SOLAGRO juin 2013

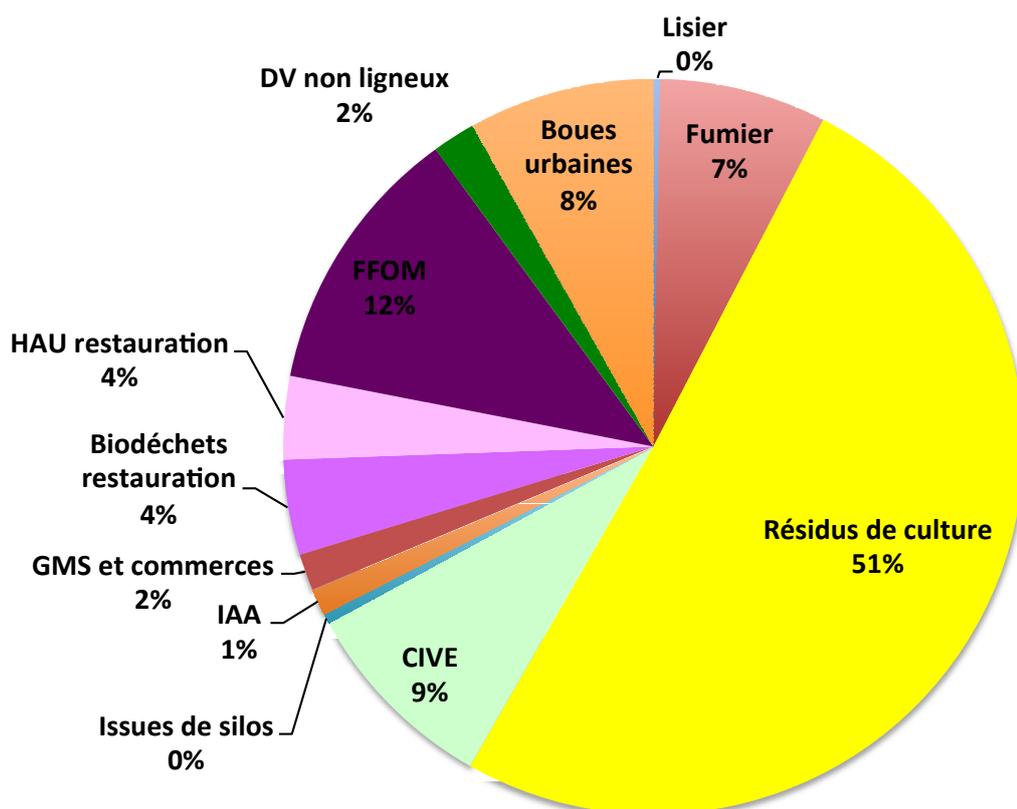
<sup>84</sup> Compte-tenu d'un rendement moyen de conversion de 35 %, ces 9 130 Gwh d'énergie primaire correspondent à 3 195 Gwh d'énergie finale, ce qui représente 0,275 Mtep, soit 4,3 % de la consommation d'énergie finale des ménages franciliens en 2008 selon l'ARENE (l'équivalent de 224 000 logements par an)

**Tab. 34. Potentiel physique et énergétique francilien par type de ressource fermentescible**

	kt/an	GWh/an	Source statistique
Lisier	80	30	RA 2000 + Agreste 2006
Fumier	570 dont 385 kt équin	670	RA 2000 + Agreste 2006
Résidus de culture	2 400	4 620	RA 2010
Potentiel CIPAN convertibles en CIVE*	1250	800	RA 2010
Issues de silos	20	40	RA 2010
Déchets IAA	220	110	Agreste 2007
GMS et commerces	190	150	SIRENE 2010
Biodéchets restauration	350	380	Scolaire : Académie 2011 Sante : FINESS 2011
HAU restauration	40	330	SIRENE 2010
Biodéchets des ménages	1 280	1 090	ORDIF 2009 – MODECOM 2007
DV non ligneux	430	170	ORDIF 2009 et 2012 MODECOM 2007
Boues urbaines (à 5% de MS)**	3 950	740	BDERU 2011
<b>Total</b>	<b>10 790</b>	<b>9 130</b>	

Source : étude SOLAGRO voir note 82

**Fig. 52. Le potentiel de méthanisation en énergie primaire (Gwh/an)**



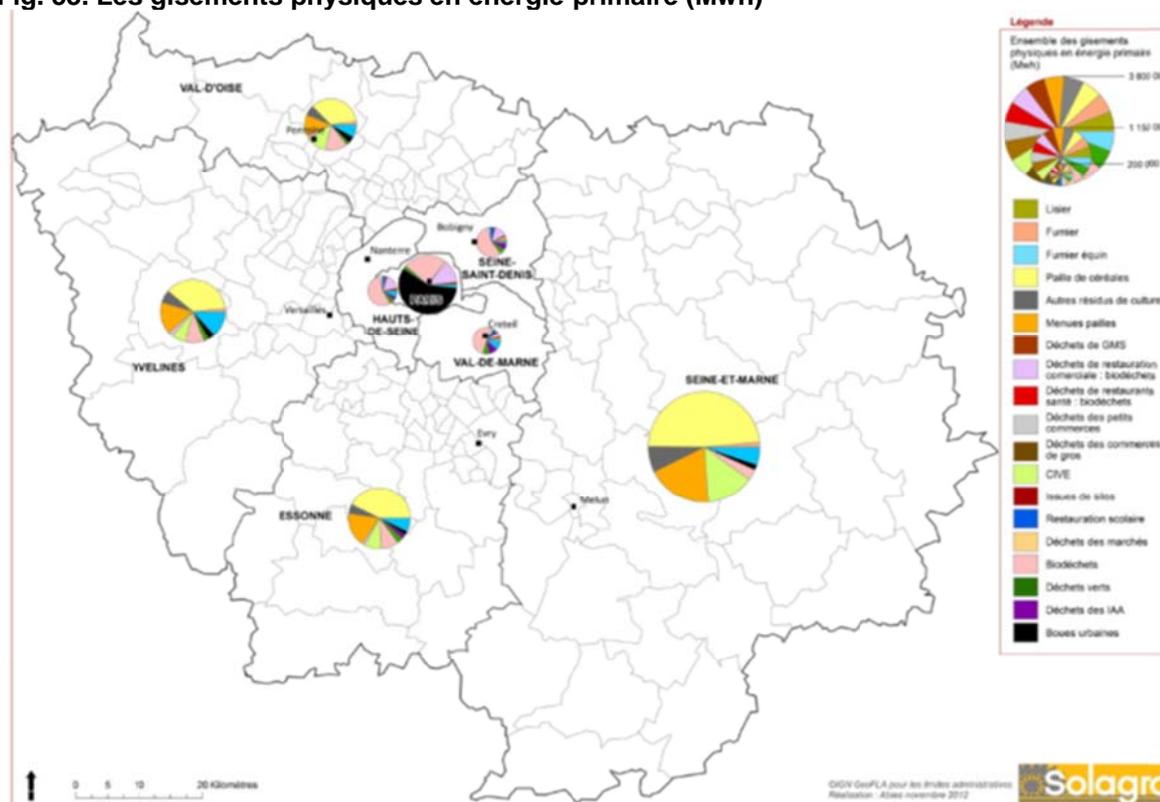
Source : étude SOLAGRO voir note 82, DV= déchets verts, FFOM = fraction fermentescible des déchets ménagers, CIVE=Culture intermédiaires à vocation énergétique

La répartition géographique du potentiel de méthanisation place les départements de grande couronne en tête, grâce au poids important de l'agriculture dans le potentiel régional (en jaune, orange, vert clair et bleu).

Au cœur de l'agglomération et particulièrement à Paris, ce sont surtout les boues de STEP (en noir) et les biodéchets ménagers, des restaurants ou des grandes surfaces qui constituent des ressources potentielles.

Ceci dessine les premiers contours d'une armature future d'équipements de méthanisation en Île-de-France.

**Fig. 53. Les gisements physiques en énergie primaire (Mwh)**



Source : étude SOLAGRO voir note 82

L'étude met cependant en relief **les limites de ce potentiel** liées à diverses raisons propres à chaque type de ressource : l'obligation d'un minimum de retour au sol de la matière organique originale pour amendement dans le cadre de cultures (minimum 30 %), la difficulté de mobiliser le potentiel restant (pour des raisons économiques et organisationnelles), les problèmes liés à la qualité du digestat et son utilisation (épandage) en particulier en ce qui concerne les déchets ménagers, les conflits qui pourraient survenir avec d'autres usages : engrais biologiques, autres filières de récupération alimentaires...

Elle souligne aussi la **concurrence entre projets** qui ne manquera pas de se développer pour l'accès à la ressource, notamment vis-à-vis des ressources les plus intéressantes et les plus facilement mobilisables. On peut à ce titre s'interroger sur l'avenir de l'équation économique de ces projets à partir du moment où du fait de cette concurrence, la ressource deviendra un bien ayant une valeur de plus en plus élevée. On comprend dès lors que la clé pour les porteurs de projet repose et reposera encore plus sur la maîtrise de cette ressource.

Ainsi, entre le potentiel physique identifié et la capacité réelle à mobiliser cette ressource il existe une marge parfois importante comme le montre le tableau ci-dessous. Avec un taux de mobilisation actuel évalué par Solagro à 6 % du potentiel énergétique (mais 13 % si l'on intègre les projets en cours), la tendance actuelle permet d'estimer à 20 % ce taux de mobilisation à l'horizon 2025, avec une alternative volontariste à 31 %.

Pour 2050, le scénario le plus volontariste mais réaliste, permettant d'atteindre les objectifs fixés par le SRCAE, vise à atteindre le taux de mobilisation de 49 % du potentiel énergétique identifié.

**Tab. 35. Synthèse, potentiel énergétique pour la méthanisation en Île-de-France**

Sphère émettrice	Type de biomasse	Potentiel énergétique en Gwh/an (Taux de mobilisation en 2012)	Taux de mobilisation 2025 tendantiel / 2050	Principal enjeu lié à la mobilisation de la ressource
Agriculture / élevage (6 060 Gwh/an)	Résidus de cultures agricoles	4 620 (0 %)	9 % / 30 %	Meilleur potentiel en termes de facilité de mobilisation, qualité agronomique et qualité énergétique. Mais enjeu de retour minimum au sol, amendement, conflit d'usage matériaux
	CIVE*	800 (0 %)	10 % / 100 %	Méthanisation à l'échelle de l'exploitation, bon rendement énergétique
	Fumier	570 (0 %)	35 % / 70 %	Conflit usage fertilisant filière bio (20kt),
	Résidus de silos	40 (0 %)	21 % / 50 %	
	Lisier	30 (0 %)	10 % / 50 %	Difficile à mobiliser et peu intéressant énergétiquement
Activité (640 Gwh/an)	Biodéchets restaurants	380 (4 %)	23 % / 80 %	Matière très éclaté et difficilement accessible en zone dense
	Bioéchets GMS commerces	150 (8 %)	50 % / 80 %	Matière plus difficilement accessible pour petites unités et en zone dense
	Bioéchets IAA	110 (5 %)	60 % / 80 %	Matière très diffuse, nombreuses petites unités surtout en secteur urbain
Ménages / collectivité (1 580 Gwh/an)	Déchets ménagers (fraction fermentescible)	670 (4 %)	30 % / 50 %	Coût de séparation élevé sauf tri à la source, collecte sélective difficile en zone dense en porte à porte
	Déchets verts non ligneux	170 (0 %)	0 % / 50 %	Matière très diffuse mais intéressante énergétiquement
	Boues de step	740 (68 %)	70 % / 80 %	Question de l'opportunité technico économique de la valorisation pour les installations de 50 000 voire 10 000 hab
	<b>Total</b>	<b>9 130</b>	<b>20 % / 49 %</b>	

Source : SOLAGRO <sup>voir note 82</sup>, \*Culture intermédiaire à vocation énergétique

### 2.12.1 - Le potentiel de la sphère agricole et élevages : 6 060 Gwh

La méthanisation agricole est le segment qui présente le plus important potentiel alors qu'elle est la moins développée à l'heure actuelle. Cependant, elle se développe le plus rapidement, avec une vingtaine d'installations nouvelles par an au niveau national. L'étude SOLAGRO identifie un potentiel physique régional de 4 620 Gwh/an pour les **résidus de culture** (pailles notamment), mobilisable à hauteur de 30 % seulement du fait de contraintes liées à l'amendement des sols, à la nourriture animale aux conflits d'usage avec d'autres finalités (matériaux). Le volume mobilisable de cette ressource représente 800 000t/an

L'autre gros gisement (670 Gwh/an) provient du **fumier d'élevage**, notamment des élevages équestres (67 %). Ce gisement mobilisable à 70 % entre cependant en conflit avec d'autres usages (engrais pour les champignonnières ou l'agriculture biologique). Le volume mobilisable de cette ressource est de 400 000t/an.

#### **La question des cultures énergétiques**

En France l'utilisation des cultures énergétiques pour la méthanisation est quasi inexistante contrairement à l'Allemagne où elle occupe une place importante. L'Ademe est réservée quant à son développement et souligne les risques de concurrence avec les cultures alimentaires ainsi que les risques de multiplication des intrants : eau, engrais, pesticides, les pratiques culturales potentiellement énergivores.

L'étude SOLAGRO souligne que l'atteinte des objectifs régionaux en matière de méthanisation ne peut se faire sans l'apport de cultures dédiées qui peuvent prendre la forme de **CIVE (cultures intermédiaires à vocation énergétique)** qui s'intercaleraient dans la saison entre les autres cultures productives, pour un total de 800 Gwh par an, représentant une masse physique de 1,250 Mt.

### 2.12.2 - Le potentiel de valorisation des biodéchets des activités : 640 Gwh/an

Au niveau national, les installations industrielles existent déjà en quantité significative (une centaine environ) et se développent à un rythme modéré (4 à 5 par an) avec un gisement encore significatif. Pour des raisons économiques, ce type d'installation indépendante devrait s'intégrer plus systématiquement à des projets de méthanisation territoriale.

En Île-de-France, ce sont les biodéchets alimentaires de la restauration (y compris scolaires) puis ceux des grandes surfaces qui constituent les principaux gisements qui sont de surcroît soumis à obligation de traitement, ce qui pousse les producteurs à développer une filière de collecte et de traitement structurée.

**Le principal enjeu pour ces gisements porte sur la mise en place de filières de collectes** ce qui se révèle un challenge pour les plus petites surfaces les plus insérées dans la zone urbaine. Par ailleurs il existe une concurrence à l'accès à cette ressource de la part d'autres territoires français, voire étrangers (Belgique notamment). L'étude Solagro identifie à l'horizon 2050 un gisement de 437 Gwh/an pour la restauration, 173 Gwh/an pour les grandes surfaces et 127 Gwh pour les industries agroalimentaires (IAA). L'étude estime que ces matières seront mobilisables à 80 % à l'horizon 2050, ce qui représenterait un gisement mobilisé de 589 Gwh soit un volume de plus de 700 000t/an.

Le potentiel des huiles alimentaires usagées (HAU) est totalement absorbé par la production de biocarburants avec une unité de traitement de Sarp Industries à Limay pour 40 000t/an.

En Île-de-France on recense actuellement 1 unité territoriale en fonctionnement depuis 2012, à Etampes (91) issue d'un projet industriel de Bionerval visant notamment à traiter des déchets de restauration, des IAA ou invendus alimentaires, avec une capacité de traitement annuel de 40 000t.

## 2.12.3 - La valorisation des ressources des ménages et collectivités : 1 580 Gwh/an

Second gisement régional après celui de l'agriculture, le gisement issu des ménages et collectivités a deux principales composantes de nature très différente :

- la fraction fermentescible des déchets ménagers dont la ressource est sous-exploitée et qui constitue le plus gros potentiel de croissance pour la méthanisation ;
- les boues de stations d'épuration avec une marge de progression de valorisation encore sensible.

Les déchets verts non ligneux ne peuvent être véritablement considérés comme une ressource. Ceux-ci étant largement utilisés pour le compostage avec un parc régional d'unités de compostage en surcapacité.

### 2.12.3.A - La FFOM<sup>85</sup>, un gisement largement sous-exploité : + 500 Gwh/an

Les déchets ménagers (leur fraction fermentescible) peuvent être valorisés sous forme de biogaz par méthanisation *via* deux type d'installations :

- les installations de stockage de déchets non dangereux (ISDND) ;
- les unités de méthanisation dont certaines dotées en amont de tri mécano biologique (TMB).

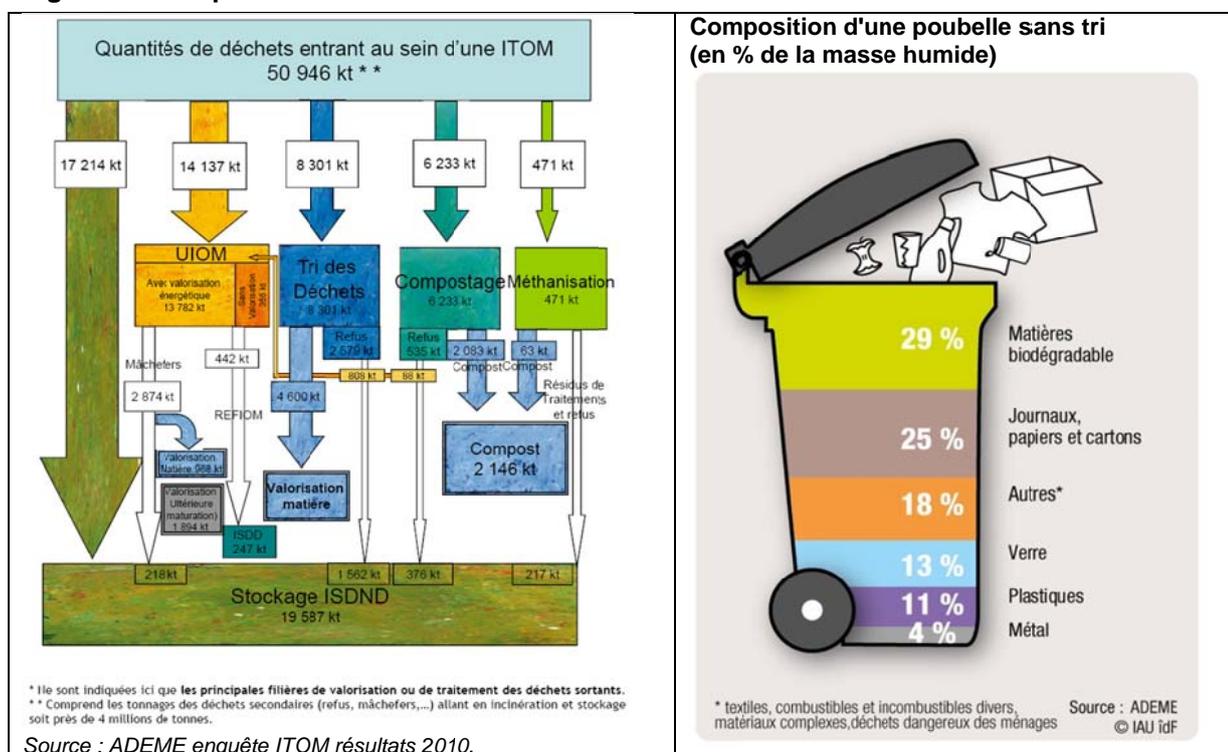
En France en 2010, sur les 51 millions de tonnes d'ordures ménagères traitées, 19,6 MT (38,4 %) avaient été stockées au sein d'une **installation de stockage de déchets non dangereux** (ISDND) au sein de 244 sites dont seuls 80 (30 %) valorisaient leur production de biogaz mais représentant 60 % du tonnage.

La **méthanisation** concernait 471 000 tonnes de déchets (0,9 %) au sein de 9 unités, avec la production de 36,4 Gwh électriques et 15,6 Gwh thermique ainsi que 63 000t de compost valorisé.

La méthanisation des déchets ménagers a fortement progressé au cours des dernières années puisque le volume traité n'était que de 100 000 t en 2006 (0,2 % du total) au sein de 3 unités<sup>86</sup>.

Au total 6,7 millions de tonnes de déchets fermentescibles ont fait l'objet d'un traitement spécifique par méthanisation ou autre voie biologique (compostage essentiellement).

Fig. 54. Décomposition du traitement des déchets en France



<sup>85</sup> Fraction Fermentescible des Ordures Ménagères

<sup>86</sup> Source : enquête ITOM 2010, ADEME et [www.sinoe.org](http://www.sinoe.org)

En considérant que les matières biodégradables représentent environ 30 % du volume de déchets ménagers produits en France, on peut donc estimer par une extrapolation grossière que près de 15 millions de tonnes de déchets pourraient faire l'objet d'un traitement par méthanisation ou autre voie biologique (notamment compostage pour les déchets verts) soit un potentiel de plus de 8 Mt supplémentaires (+ 112 %).

En Île-de-France, 4,3 millions de tonnes de déchets avaient été traités en 2011 dont 11 % ont fait l'objet de stockage en décharge avec la production totale 254 millions de m<sup>3</sup> de biogaz contre seulement 0,4 % qui ont fait l'objet de méthanisation directe<sup>87</sup>. L'ensemble de ces installations ont produit en 2010 284,4 Gwh d'électricité et 179 Mwh de biocarburant réinjecté dans la flotte de camions de collecte d'ordures ménagères de la SEMARDEL (écosite de Vert-le-Grand).

**Tab. 36. La valorisation du biogaz des 10 ISDND franciliennes en 2010**

10 ISDND en IDF	⇒ 3 non équipés de système de récupération du biogaz Les plus petits sites totalisant 340 000t de capacité annuelle		
Capacité totale annuelle d'accueil de 3,2 Mt de déchets	⇒ 7 équipés de système de récupération du biogaz valorisés avec une puissance électrique installée de 34 Mw :	⇒ production électrique seule	3 installations
		⇒ production de chaleur seule	2 installations
		⇒ cogénération	2 installations
		⇒ production d'électricité et de biométhane carburant	1 installation

Source : « Atlas des installations de traitement des déchets 2012 », ORDIF 2012

Concernant les seules ISDND, **le potentiel de croissance est faible en Île-de-France** puisque l'essentiel des installations est équipé de systèmes de récupération et que les sites ne disposant pas d'installation offrent peu de potentiel de production de biogaz du fait de la nature des entrants. Cependant une optimisation des installations est possible et en cours avec l'installation de bioréacteurs qui permettent de réduire la déperdition dans l'air de biogaz et de ramener la période d'exploitation de 25 à 15 ans. Trois sites en sont équipés et 3 nouveaux sont en cours d'agrément.

**Fig. 55. Vert-le-Grand (91), centre intégré de traitement : moteur de valorisation énergétique du biogaz issu de la dégradation des déchets enfouis dans le centre de stockage**



Photo J. E. CONQUY/ NoManzLand/ IAU idF

Concernant les unités de méthanisation des déchets, la base nationale Sinoe recense 12 sites en activité en France dont 4 dotés d'une unité de tri mécano-biologique TMB. Les 4 sites de TMB datent tous de la première moitié des années 2000 et totalisent une capacité de 520 000t.

<sup>87</sup> Source : « Gestion des déchets ménagers et assimilés en Île-de-France en 2011 », Observatoire régional des déchets d'Île-de-France (ORDIF), mai 2013.

Au niveau francilien, l'étude SOLAGRO citée plus haut **estime le potentiel physique à 1,3 million de tonnes (1,090 Gwh)** qui est actuellement mobilisé à 4 % (43 Gwh) mais très rapidement à 30 % en tenant compte des projets en cours de finalisation. Ce taux pourrait atteindre 50 % à l'horizon 2050, soit une mobilisation supplémentaire de 500 Gwh par rapport à la situation actuelle et une masse physique de l'ordre de 700 000t par an.

### **2.12.3.B - Boues de STEP : + 42 % de production potentielle**

La production de boues progresse régulièrement, de l'ordre de 2 à 3 % par an, soit +18 % entre 1998 et 2006. La question de leur utilisation se pose alors que les normes restreignent les conditions d'épandage, qui constituait en 2001 l'essentiel de leur valorisation (60 % au niveau national en 2001, 75 % en Île-de-France)<sup>88</sup>. On estime que seulement 1/3 du parc français existant (sur un total de 18 600 stations d'épuration) valorise ses boues par la méthanisation.

En Île-de-France, les STEP sont le principal producteur de biogaz avec les centres d'enfouissement. On y compte 478 STEP dont 8 valoriseraient leurs boues (1,6 % du parc mais qui génère 79 % des boues) pour une puissance primaire de 480 Gwh/an.

La station d'épuration d'Achères est la principale unité en Île-de-France avec 140 000 tonnes de boues méthanisées par an produisant 65 millions de m<sup>3</sup> de biogaz (données 2009).

Selon l'étude SOLAGRO, le potentiel régional supplémentaire représenté par la valorisation des boues de STEP de toutes les stations de plus de 5 000 habitants est de 169 Gwh/an d'énergie primaire. La question d'équiper celles de plus de 50 000 habitants (11 stations) qui pourraient générer 111 Gwh/an d'énergie primaire supplémentaire (65% du potentiel supplémentaire des STEP) se pose, mais se heurte à celle de la faisabilité technique et économique.

En ce qui concerne celles de plus petite dimension, l'étude signale la possibilité éventuelle d'abonder avec les boues d'épuration la ressource d'un projet de méthanisation territoriale, avec cependant d'importantes réserves quant à la qualité et au devenir du digestat.

L'étude souligne aussi la nécessité d'optimiser l'existant, par exemple en réduisant la pratique du torchage qui représente 92 Gwh/an (13 % du potentiel régional) et en ayant plus systématiquement recours à la cogénération.

**Au total, le surcroît de production potentiel de biogaz et d'énergie primaire à partir de boues de STEP (203 Gwh issus des stations de plus de 50 000 eq hab et de la fin du torchage) représente 42 % de la production actuelle.**

**Fig. 56. Le potentiel résiduel de méthanisation de boues de STEP en Île-de-France est conséquent**



Photo © E ; Conquy (Jérôme)

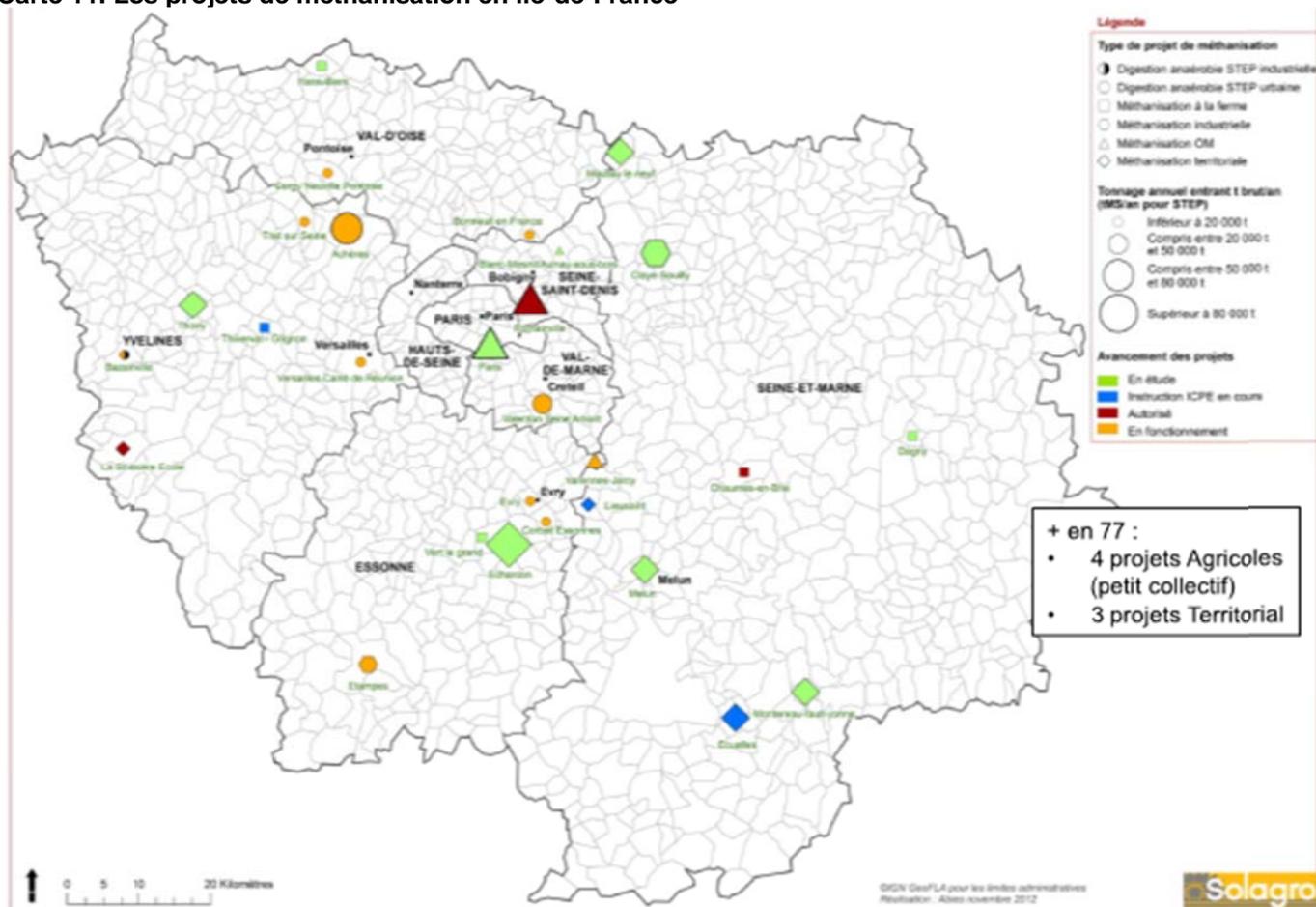
<sup>88</sup> Source : Note rapide sur l'environnement et la santé n°318 fev 2003. IAU-IDF

## 2.13 - En Île-de-France, une multiplicité de projets en cours

On compte actuellement en Île-de-France une dizaine de sites de méthanisation en fonctionnement tous types confondus et une quinzaine de projets en cours d'instruction ou à l'étude. Tous ces projets permettront d'augmenter sensiblement le taux de valorisation de la biomasse par méthanisation, cependant si certains segments ont atteint une saturation avec ces projets (TMB), d'autres ont encore une importante marge de croissance comme la méthanisation territoriale de moyenne à grande capacité ou la méthanisation à la ferme.

La carte 11 ci-dessous montre la multiplicité des projets en cours (à l'étude en vert, demande ICPE en cours en bleu et autorisé en rouge).

Carte 11. Les projets de méthanisation en Île-de-France



On recense actuellement en Île-de-France deux installations agricoles en activité :

- une, à La Boissière Ecole (78) pour une capacité de 700t/an ;
- une autre, à Chaumes en Brie (77), qui est la première installation nationale à pratiquer l'injection dans le réseau. Cette dernière traite 12 400t/an et produit 1 million de m<sup>3</sup> de biogaz.

Un projet est en cours d'instruction à Thiverval-Grignon (78) pour une capacité de 13 000t/an, une production en cogénération de chaleur de 1,3 MWth/an et une puissance électrique installée de 0,4 MWh produisant 3 000MWh/an.

Il existe aussi un projet à l'étude à Echarcon (91) pour une capacité de 72 000t/an qui intègre la gestion de déchets verts urbains et déchets de cantine et qui s'apparente de ce fait plus à une installation de type « territoriale ». C'est le plus gros projet à ce jour en Île-de-France en dehors des STEP et TMB avec une production annuelle potentielle de 6 millions de m<sup>3</sup> par an de gaz.

Le site de Bionerval à Etampes est capable de traiter 40 000t par an de biodéchets (extensible à 60 000t) issus de la restauration, des industriels et de la grande distribution. Doté d'un module de déconditionnement intégré et d'un équipement de valorisation du biogaz en cogénération de 1 MW, il doit générer à terme 25 emplois directs sur le site pour la collecte ainsi que 25 emplois indirects pour la maintenance, les analyses, l'épandage....

Concernant les unités de Tri mécano Biologique (TMB), actuellement une unité fonctionne en Île-de-France à Varenne Jarcy, pour une capacité de 100 000 tonnes (qui traite de l'ordre de 60 000 tonnes par an, produit 2,8 millions de m<sup>3</sup> de biogaz et vend 4 400 Mwh d'électricité par an pour une puissance électrique installée de 2Mwe). Le site emploie environ 20 salariés.

Trois autres projets de TMB ont été évoqués en Île-de-France dont celui autorisé sur la commune de Romainville pour une capacité de 322 000 tonnes et trois générateurs de 1,7 Mwe chacun qui devait être mis en service en 2015, mais qui est actuellement bloqué. Les deux autres projets n'ont pas encore fait l'objet de demande auprès de la Préfecture. Il s'agit du centre situé au Blanc-Mesnil et Aulnay-sous-Bois prévu pour traiter 25 000 tonnes dont 10 000 tonnes de boues de STEP à l'horizon 2017, le second concerne le site d'Ivry-Paris 13 dans le cadre de sa reconfiguration avec la création d'une unité de méthanisation de 600 000t/an de matière (dont 490 000 tonnes d'ordures ménagères). Ce projet vient lui aussi d'être rejeté par la municipalité d'Ivry (février 2014).

Tous ces projets s'ils étaient menés à bien couvriraient largement les besoins de méthanisation des ordures ménagères franciliennes (cf 3-2-3-1 plus haut).

**Cependant, la création de ces nouvelles unités est fortement remise en cause à la fois par les oppositions locales et par le vote de la « stratégie de développement de la méthanisation en Île-de-France » en février 2014 qui ne retient pas ce mode de traitement comme pouvant bénéficier du soutien du conseil régional.**

L'étude (citée précédemment) menée par SOLAGRO pour le compte de la région Île-de-France dans le cadre du SRCAE propose trois scénarios dont un volontaire à l'horizon 2025 et un à l'horizon 2050.

Chaque scénario offre une vision des installations qu'il sera possible de mettre en place au vue des potentiels de méthanisation mobilisable hors STEP et hors unités de TMB dont le développement on l'a vu est fortement compromis. Il en ressort que pour 22 installations existantes ou en projet en 2012, 56 installations sont attendues à l'horizon 2025 et 105 à l'horizon 2050 si l'on souhaite atteindre le facteur 4.

Compte tenu des puissances moyennes observées sur chaque type d'installation et des emplois générés par Mwh installé (voir chap 2.10 p118) on peut attendre du scénario volontaire 2025 qu'il génère au total pour toutes les exploitations existantes à cette date près de 1 000 emplois temporaires liés à la phase de conception, construction des équipements et installation ainsi que plus de 450 emplois permanents liés à l'exploitation.

**Fig. 57. Les emplois liés à la méthanisation portent essentiellement sur l'exploitation des unités**



Photo © MT Energie, [www.bioenergie-promotion.fr](http://www.bioenergie-promotion.fr)

**Tab. 37. Nombre d'emplois potentiellement générés par les unités de méthanisations prévues par le scénario volontariste 2025**

type de projet	nombre de projets 2025 (1)	puissance moyenne associée MW el (1)	nombre d'emplois temporaire (3)	nombre d'emplois permanents (exploitation) (3)
méthanisation territoriale	12	1,5	190,8	84,6
méthanisation à la ferme avec co-substrats exogènes 1	0	0,5	0,0	0,0
méthanisation à la ferme avec co-substrats exogènes 2	10	0,61	64,7	28,7
méthanisation à la ferme avec co-substrats exogènes 3	0	1	0,0	0,0
méthanisation à la ferme sans co-substrats exogènes 1	0	0,6	0,0	0,0
méthanisation à la ferme sans co-substrats exogènes 2	0	1,45	0,0	0,0
méthanisation à la ferme sans co-substrats exogènes 3	30	2,15	683,7	303,2
industriel intégré	4	2	84,8	37,6
<b>total</b>	<b>56</b>		<b>1024,0</b>	<b>454,0</b>

Source : traitement IAU îdF. (1) Selon étude Solagro tableau 20 p 70, (2) selon étude Solagro tableau 19 p 69, 3) selon le Club biogaz-ATEE 1Mwh installé génère 10,6 emplois temporaires liés à la mise en place du projet et à sa construction et 4,7 emplois permanents pérennes tout au long de son exploitation (20 ans).

A l'horizon 2050 ces effectifs seraient doublés avec plus de 2 000 emplois temporaires et 900 emplois permanents liés à l'exploitation.

**Tab. 38. Nombre d'emplois potentiellement générés par les unités de méthanisations prévus par le scénario volontariste 2050**

type de projet	nombre de projets 2050 (1)	puissance moyenne associée MW el (1)	nombre d'emplois temporaire (3)	nombre d'emplois permanents (exploitation) (3)
méthanisation territoriale	15	1,5	238,5	105,8
méthanisation à la ferme avec co-substrats exogènes 1	0	0,5	0,0	0,0
méthanisation à la ferme avec co-substrats exogènes 2	0	0,61	0,0	0,0
méthanisation à la ferme avec co-substrats exogènes 3	20	1	212,0	94,0
méthanisation à la ferme sans co-substrats exogènes 1	0	0,6	0,0	0,0
méthanisation à la ferme sans co-substrats exogènes 2	0	1,45	0,0	0,0
méthanisation à la ferme sans co-substrats exogènes 3	65	2,15	1481,4	656,8
industriel intégré	5	2	106,0	47,0
<b>total</b>	<b>105</b>		<b>2037,9</b>	<b>903,6</b>

Source : traitement IAU îdF. (1) Selon étude Solagro tableau 20 p 70, (2) selon étude Solagro tableau 19 p 69, 3) selon le Club biogaz-ATEE 1Mwh installé génère 10,6 emplois temporaires liés à la mise en place du projet et à sa construction et 4,7 emplois permanents pérennes tout au long de son exploitation (20 ans).

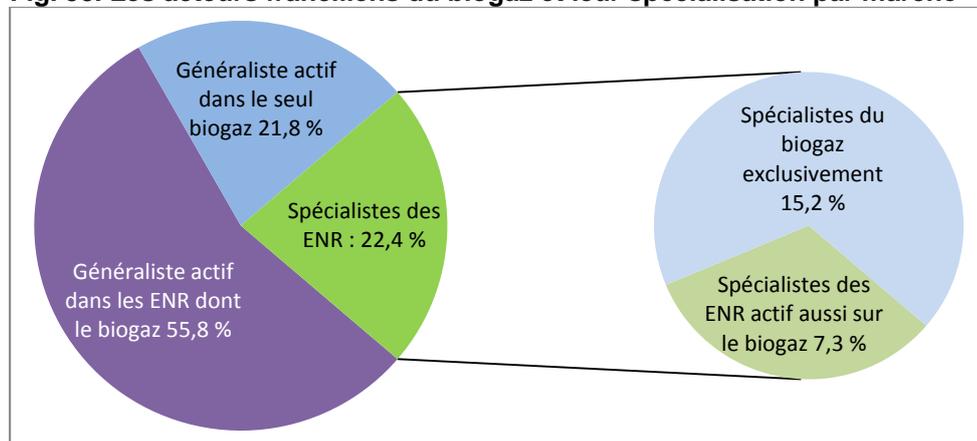
## 2.14 - Les acteurs franciliens du biogaz : une filière fortement investie par les industriels généralistes étrangers

Nous avons identifié **166 établissements qui emploient au total 16 800 personnes**.

Pour la plupart de ces acteurs (77 % soit 128 établissements), les énergies renouvelables et *a fortiori* le biogaz ne sont qu'un marché annexe, nous les qualifions ici de généralistes.

On compte une minorité de spécialistes des ENR de tout type (37 soit 22,4 %), et encore moins du biogaz (25, soit 15 % du total) qui ne se positionnent que sur ce segment de marché des bioénergies. Cependant ces derniers sont particulièrement présents au sein de la catégorie des acteurs intégrateurs d'équipements et de services (11 soit 27 % des entreprises de services intégratrices) des entreprises accompagnant les projets : développeurs, financeurs ou bureaux d'études (8 établissements, soit 41 % du total de cette catégorie d'acteurs) avec beaucoup d'entreprises récentes parmi ces derniers, créées après 2005. A contrario, les entreprises industrielles sont presque exclusivement des généralistes (91 %, soit 84 sur 92), seules 6, dont 5 sont des bureaux d'études technologiques, sont des spécialistes des ENR qui n'interviennent parmi les bioénergies que sur le seul marché du biogaz. Ces 25 établissements spécialisés dans le marché du biogaz emploient 514 personnes.

**Fig. 58. Les acteurs franciliens du biogaz et leur spécialisation par marché**



Source : Traitement IAU idF

À ce titre, on peut caractériser la filière biogaz francilienne à la lumière de l'intensité d'implication de ses acteurs dans le marché du biogaz : les spécialistes des ENR positionnés sur le seul marché du biogaz sont principalement représentés par des entreprises offrant des services d'accompagnement des projets biogaz (développement, financement, conseil) et par les entreprises de services offrant une prestation intégrant la fourniture des équipements et l'ensemble des services d'accompagnement du projet selon une formule dite « clés en main ». A l'opposé, les plus gros effectifs d'établissements formés par les généralistes actifs sur plusieurs marchés des bioénergies, dont le biogaz, sont principalement des entreprises industrielles d'origine étrangère.

**Ainsi, si les 165 établissements identifiés emploient plus de 16 800 personnes<sup>89</sup>, seule une fraction réduite de ces établissements et des effectifs sont réellement impliqués dans le biogaz. On ne peut retenir comme effectif minimum de la filière francilienne, suivant notre approche, que ceux employés par les entreprises spécialisées dans les ENR et n'intervenant que sur le marché du biogaz, soit 25 établissements employant 515 salariés.**

<sup>89</sup> Ceci est un minimum, certains établissements de notre base ne comportant pas d'information sur les effectifs employés sur le site. Cependant tous les effectifs, on l'aura compris, ne peuvent-être comptabilisés dans la filière biogaz à la fois parce que pour la plupart d'entre elles le biogaz n'est qu'un marché annexe, et de plus comme elles adressent souvent plusieurs marchés de la biomasse énergie on risquerait à ce stade de les comptabiliser autant de fois que de marchés qu'elles adressent.

## 2.14.1 - La chaîne de valeur du biogaz en Île-de-France

Avec les réserves exprimées dans la description de la chaîne de valeur (p. 79-82) sur une filière aux frontières à la fois floues et évolutives entre développeurs, bureaux d'études et fournisseurs clé en main, cette partie décrit l'écosystème francilien des acteurs du biogaz par grandes familles d'acteurs.

❶ On compte en amont des acteurs spécifiquement dédiés au **portage financier** de projets comme Unifergie (groupe Crédit Agricole) Hélioprod méthanisation, Smart énergies, Canopy.

Plus en aval interviennent les acteurs de la sphère industrielle, bureaux d'études, industriels fournisseurs d'ensembles et sous-ensembles dédiés aux installations de production du biogaz ou à sa valorisation.

### ❷ Les bureaux d'études ou intégrateurs de systèmes et services

Les grandes **sociétés d'ingénierie** généralistes interviennent sur ce marché en Île-de-France comme le suédois Pöry Energy (ex Béture environnement), FAIRTEC filiale de GDF-SUEZ avec son bureau d'études de 100 salariés à Gargenville, Bertin Technologies tous deux localisés à Montigny-le-Bretonneux, Altran Elis à Levallois-Perret, BERIM à Pantin, ou encore le groupe lyonnais Merlin présent à Versailles. Le belge Waterleau à St Ouen l'Aumône est un bureau d'études qui propose la fourniture clé en main d'unités de méthanisation

De même, les spécialistes comme le groupe néerlandais IDEX à Boulogne-Billancourt pour les ordures ménagères, Bionerval, du groupe SARIA spécialisé dans le traitement de déchets des industries de la viande à Clichy-la-Garenne qui construit une unité de méthanisation à Etampes (91), ou encore Valbio à Nanterre, Bionersis une start-up créée en 2005 spécialisée dans les gaz de décharge à Neuilly-sur-Seine, Methaneo qui développe, finance et réalise des projets de méthanisation territoriale, Erigene, Proserpol à Montigny le Bretonneux spécialisé dans les effluents liquides industriels, ou encore Naskeo environnement, start-up technologique d'origine francilienne basée à Malakoff (92) qui a développé ses activités d'ingénierie et R&D à Montpellier et qui s'adresse plus spécifiquement au marché de la méthanisation agricole. Celle-ci a été primée par diverses récompenses et bénéficie du programme PM'up du conseil régional d'Île-de-France. À noter la présence du Danois Xerqi, spécialiste de la méthanisation avec une antenne commerciale à Paris.

### Les grands groupes de services urbains : SAUR, GDF-SUEZ, Veolia, Vinci et leurs filiales dédiées

Ces grands groupes sont très présents en Île-de-France à travers leurs centres de décisions, l'essentiel de leur potentiel de R&D, leurs filiales d'ingénierie, leurs centres de traitement des déchets ou de l'eau où sont produits du biogaz. Ainsi SITA, Degremont, Ondéo ou encore Verdesis pour le groupe GDF-Suez, COVED et STEREAU du groupe SAUR à Guyancourt ou encore OTV à Colombes ou St Maurice, Véolia Propreté ou Véolia Water pour le groupe Véolia ont leur siège, des activités d'ingénierie, de R&D mais aussi d'exploitation en Île-de-France dans leur domaine respectif.

Parmi ces centres de R&D, citons sur la commune du Pecq, le CIRSEE de Suez environnement (120 salariés) qui travaillent notamment sur des thématiques liées à la valorisation des boues et biodéchets et la valorisation énergétique des matières résiduelles.

Le CERDEG de DEGREMONT (GDF-Suez) à Croissy-sur-Seine avec 38 salariés sur la thématique du traitement de l'eau ou encore Veolia environnement et son centre de R&D Anjou Recherche et ses 300 chercheurs, spécialisés dans le traitement de l'eau et la valorisation des boues en biogaz.

Véolia teste aussi différents modes de récupération et de traitement du méthane obtenu sur le plus grand site d'enfouissement de déchets d'Europe situé à Claye-Souilly.

Vinci environnement se positionne comme concepteur et assembleur clé en main d'unités de tri-mécano-biologique (TMB) et sites de méthanisation avec une offre spécifique.

Ces groupes assurent l'essentiel du marché national de l'enlèvement et traitement des ordures et du traitement de l'eau en France et en Île-de-France et mettent en œuvre des solutions de méthanisation pour les matières qu'ils gèrent. D'autres acteurs se positionnent sur ce segment, soit en tant qu'acteurs locaux, soit en tant que spécialistes.

En Île-de-France la SEMARDEL est une SEM (société d'économie mixte) dédiée au traitement des déchets basée sur l'écosite de Vert le Grand (91) où elle rassemble l'ensemble de ses activités dont son siège et son bureau d'études intégré. Elle gère notamment un site de récupération et de valorisation de biogaz de décharge, et projette la construction d'un site de méthanisation, un centre de recherche.

De même, l'entreprise Tridex basée à Meaux est spécialisée dans le déconditionnement et la valorisation des invendus et invendables dont la méthanisation des biodéchets.

### 🕒 Les fournisseurs industriels

On recense 79 établissements relevant de l'industrie, actifs dans le biogaz, dont 11 sites qui produisent, assemblent ou adaptent des matériels en Île-de-France, la moitié de ces sites manufacturiers produisent des pompes, surpresseurs ou des agitateurs qui sont multi-usages et multimarchés.

Les **intégrateurs industriels** sont essentiellement représentés par leur tête de groupe ou par des agences commerciales. On ne compte pas d'activité de production sur le territoire francilien de la part de ces acteurs. Ainsi l'allemand Viessmann (dont dépend Schmack biogas AG) est présent à Combs-la-Ville (77) avec une plate-forme de distribution, Eneria filiale du groupe américain Caterpillar distribue des moteurs et générateurs à partir de son siège et site logistique à Monthéry ou GE Energie power conversion (turbines) GE power control (électronique) ou GE controls systems (logiciels) qui proposent des offres clé en main à partir de leurs savoir-faire respectifs. De même Areva avec sa business unit bioenergy propose une offre clé en main en s'appuyant sur des industriels locaux et le groupe Altawest.

#### Les fournisseurs de sous-ensembles :

Nous avons identifié 62 établissements de fournisseurs de sous-ensembles entrant dans la composition de digesteurs (tritrateurs, instruments de mesure, pompes...), y compris les fabricants de systèmes de purification des gaz. Ces implantations prennent le plus souvent la forme d'un siège (22 établissements) d'un bureau commercial pur (17 établissements), on compte cependant 11 sites de production identifiés, 5 centres de maintenance et 4 sites logistiques indépendants :

- **Éléments mécaniques** : pompes, surpresseurs, mixeurs, valves... : 18 entreprises réparties en 21 établissements dont 8 comptent 50 salariés ou plus. On compte 14 entreprises étrangères dont 5 allemandes. Parmi ces établissements 6 ont une activité de production couplée à une fonction de bureau d'études et de siège, 5 une fonction de maintenance ou de distribution, 4 sont des sièges, tandis que 5 sites sont des bureaux commerciaux. Les principaux établissements sont dans l'ordre décroissant de leurs effectifs salariés : le français Pompes Salmson qui rassemble toutes ses activités y compris la production à Chatou avec 175 salariés, l'allemand KSB avec son siège et agence commerciale à Gennevilliers et un site de maintenance à Messy, le Suedois Alpha Laval qui produit des échangeurs de chaleur, des systèmes de mélange et de séparation avec un site de production (qui inclut une fonderie) et un siège à Elancourt, ainsi qu'un site logistique à Aulnay-sous-Bois, l'américain Xylem Water solutions dont le siège est à Nanterre, le suisse Sulzer pompes avec son usine et son siège à Mantes-la-ville, l'allemand Sterling fluid systems (groupe Thyssen) qui produit à Trappes 9 000 pompes par an, ce qui en fait le second site de production de cette entreprise en volume, l'américain Gardner Denver qui opère sur 3 sites : Montrouge pour son siège, les Ulis pour la SAV et la maintenance de matériel, Moissy-Cramayel pour la logistique.
- **Réservoirs** : 3 constructeurs sont représentés en Île-de-France, le français Aquatank dont le siège est localisé à Levallois-Perret et le britannique Appro industrie qui importe ses réservoirs métalliques de Grande-Bretagne pour les assembler et assurer la maintenance en France et dont le siège est situé à Fontenay-sous-Bois. Enfin le fabricant autrichien d'enveloppes textiles de gazomètres Sattler Textiles a installé un bureau commercial à Saint-Denis.
- **Systèmes de purification du biogaz** : les principaux fournisseurs mondiaux de gaz industriels sont présents dans la région et fournissent des systèmes de purification du gaz, ainsi que des produits catalyseurs qui permettent l'accélération de la réaction. Au moins 7 acteurs d'envergure mondiale sont présents en Île-de-France à commencer par le Français Air liquide, leader sur le marché national et qui dispose d'un centre de recherche aux Loges-en-Josas qui emploie 250 personnes. Ce centre travaille notamment sur des procédés de gazeification des déchets et des méthodes d'accélération de la méthanisation des boues d'épuration avec sur ce dernier thème un partenariat avec Degremont du

groupe GDF Suez. Air liquide développe aussi des technologies et process sur son site d'ingénierie, et propose des services d'ingénierie qui aident les industriels à concevoir des sites de production devant intégrer la production et l'utilisation de gaz industriel à grande échelle. Par ailleurs, l'allemand Linde gaz à Elancourt qui se positionne sur ce même marché, dispose d'un site de production de gaz à Porcheville dans les Yvelines et d'un site de conditionnement à Montereau-Fault-Yonne, tandis que Messer son concurrent allemand est présent avec un site industriel à Mitry-Mory et son siège à Puteaux. Enfin le leader mondial Air Products (USA) a un siège à Paris et deux centres de production de gaz et de distribution à Maurepas et Sucy-en-Brie. Pour ces industriels, le marché de la méthanisation représente une très petite fraction de leur activité et il n'est pas sûr que les unités franciliennes des groupes étrangers soient réellement impliquées sur le marché de la méthanisation.

À ces grands groupes, on peut ajouter au moins deux spécialistes du traitement du gaz et des fumées : l'américain Hamon Thermal filiale d'Exxon, avec sa division Air Quality Systems, dont le siège est à Saint-Denis, ainsi qu'une PME innovante française Ereie située à Palaiseau.

- **Catalyseurs** : outre les groupes gaziers précédemment cités, des fournisseurs de produits chimiques catalyseurs interviennent dans la filière, on peut notamment citer le géant américain UCIG (Union Carbide) avec son bureau commercial à Puteaux ou encore Axens, la société chargée de valoriser les brevets de l'IFP EN (Institut des pétroles et des énergies nouvelles) dont des produits catalyseurs.
- **Systèmes de contrôle, instrumentation de mesure et capteurs** : au moins 12 acteurs, majoritairement étrangers (notamment 5 allemands), se positionnent sur le marché du biogaz, dont les grands groupes fournisseurs d'électronique et systèmes de contrôle, en particulier Schneider Electric avec son siège à Rueil Malmaison et à Massy, ses différents sites de maintenance, logistique à Roissy-en France et une unité de production à St-Souplets (77), l'allemand Siemens et les américains General Electric et Emerson Process Management ou encore ABB. Par ailleurs, des spécialistes fournissent des solutions fixes ou portables pour l'analyse des gaz, mesurer l'hygrométrie, la température, la pression... et détecter toute anomalie. Parmi ceux-ci on peut citer : Equipements scientifiques à Garches, l'allemand Hach Lange à Noisy le Grand, JRI Maxant à Argenteuil, où il produit ses équipements, le suisse Pneumatex à Mitry-Mory qui fournit des systèmes de régulation de la pression gaz, le néerlandais Bronkhorst à Montigny-les-Cormeilles qui fournit des capteurs et débitmètres.
- **Moteurs, générateurs, turbines** : dans le cadre de la valorisation électrique de la biomasse dans les grandes installations, les principaux fournisseurs mondiaux de turbine électrique (ici des turbines à biogaz et cogénération) sont représentés en Île-de-France. Le français Alstom power systems, les acteurs étrangers généralistes : Siemens (All), General Electric (USA), ABB (Suisse), sont représentés par un siège, les spécialistes par un seul bureau commercial (l'allemand MAN Turbo à St-Cloud, l'américain Eneria à Montlhéry qui est l'importateur des turbines cogénération de Caterpillar, le fabricant finlandais Wärtsilla à Puteaux et un centre de maintenance à Gennevilliers...). En dehors de ces très grands groupes mondiaux, on compte aussi quelques entreprises moyennes comme l'américain Turbomach (groupe Caterpillar) qui fabrique des turbines à gaz cogénération, avec une représentation commerciale et une base de maintenance à St-Pierre-du-Perray (38 sal).
- **Équipements électriques internes ou de raccordement** : on retrouve plusieurs grands groupes déjà cités : Alstom avec sa division Power Conversion, Schneider Electric, Siemens, General Electric, ABB, Mais aussi Cegelec dont le siège est à Nanterre et qui produit et installe notamment des armoires électriques ou encore Mersen dont le siège est à Nanterre et une unité de production à Gennevilliers, qui fournit des composants électriques, de conversion électrique mais produit aussi des échangeurs de chaleur et des agitateurs.

#### Installation et mise en place des équipements

À cette étape, l'ensemble des intervenants sont des acteurs français, à commencer par les groupes de BTP pour les plus grosses installations, notamment Bouygues et Vinci, pour les phases de préparation et de construction des structures béton.

Ces groupes interviennent aussi en phase de raccordement réseau à travers leurs filiales spécialisées : Cegelec pour Vinci énergie, Eiffage énergie pour Eiffage. Par ailleurs les gestionnaires de réseau procèdent au raccordement à leur réseau pour la partie qui les concerne (sur le domaine public), ERDF et RTE pour l'électricité, GRDF et GRT pour le réseau gaz, Dalkia, CPCU, Cofély, Coriance pour les réseaux de chaleur qu'ils gèrent.

### L'usine de méthanisation des déchets à Varennes-Jarcy (91)

L'usine de méthanisation de Varennes-Jarcy ouverte en 2002 est une des premières usines de tri mécano biologique en France (TMB) et la seule d'Île-de-France à ce jour. L'usine est capable de traiter 30 000 tonnes de bio-déchets et 70 000 tonnes de déchets ménagers résiduels (séparés de leurs emballages) au sein de deux unités distinctes. Les déchets sont digérés par plusieurs digesteurs permettant leur méthanisation.

« Sur les 100 000 tonnes de déchets annuels sont récupérées 45 000 tonnes de compost et 15 000 tonnes de biogaz. Le reste doit être incinéré ou enfoui.

Le compost produit est distribué aux agriculteurs des régions voisines. Le biogaz qui contient environ 60 % de méthane, est brûlé dans un groupe électrogène produisant ainsi de l'électricité dont 50 % est consommée sur place et 50 % vendue à EDF ».<sup>90</sup>

**Fig. 59. Varennes-Jarcy, unité de TMB, les deux BRS (BioRéacteurs Stabilisateurs), à droite l'unité de traitement de l'air et des odeurs**



Varennes-Jarcy - 91 - Méthanisation, SIVOM (Syndicat Intercommunal à VOcations Multiples), Photo © Laurent Mignaux / METL-MEDDE

Les retours d'expérience du site montrent que la technique du TMB n'est pas totalement opérationnelle<sup>91</sup> malgré les dix ans d'exploitation du site. Cela tient à l'importante hétérogénéité des entrants ménagers qui perturbe le fonctionnement des digesteurs avec notamment la présence d'intrus qui peuvent causer des arrêts de production.

Ils montrent aussi que ce mode de traitement fait l'objet de beaucoup de questionnement de la part des riverains, en particulier sur la question des odeurs.<sup>92</sup>

On perçoit ici les principaux enjeux auxquels doit faire face cette nouvelle filière de valorisation des déchets :

- Amélioration des process de tri tant en amont (chez les particuliers) qu'en aval au niveau de l'unité de méthanisation.
- Maîtrise parfaite des rejets olfactifs de l'usine accompagnée d'une importante campagne d'information et l'implication des riverains.
- Réflexion multicritère sur l'implantation urbaine optimale pour les équipements d'envergure métropolitaine.

<sup>90</sup> Source : MEDDE <http://images.developpement-durable.gouv.fr/2011/01/27/usine-de-methanisation-de-varennes-jarcy>

<sup>91</sup> Source : rapport Sénatorial n° 571 du 22 juin 2010 sur le traitement des déchets

<sup>92</sup> Source blog Baignolet en vert :: <http://www.baignoletenvert.com/article-tmb-methanisation-de-varennes-jarcy-a-l-audit-de-l-usine-de-romainville-chronique-n-8-d-arivem-110879464.html>

**Tab. 39. Les acteurs de la filière biogaz francilienne par type d'acteurs** \* Start-up prometteuses

Accompagnement du projet conception		Fabricants d'équipements de Production du biogaz				Fabricants d'équipements de valorisation du biogaz			Mise en œuvre du projet	Exploitation
Bureaux d'études accompagnants ou intégrateurs	Services d'utilité publiques Intégrateurs	Industriel constructeurs intégrateurs (autres que scc d'utilité publiques) Fournisseurs d'enzymes et catalyseurs	Fournisseurs de sous ensembles mécaniques : Pompes, mixage, préparation biomasse...	Fournisseurs d'électronique & capteurs	Fournisseurs de systèmes de contrôle commande et gestion de production du biogaz	Fournisseurs de systèmes de purification des gaz	Fournisseurs de générateurs	Constructeur d'équipements de raccordement (électriques chaleur ou gaz) et de gestion de la production électrique.	Installation, raccordement	Producteur de biogaz en IDF
Akaneo, Akuo énergie, Alkaest Conseil, Altran Eilis, Amane Advisor, Aristot, Berim, Bertin technologies (CNIM), Bionersis, Bionerval, Canopy, Fairtec, Inddigo, Naskéo environnement*, Methaneo, Microferma, Oxyan, Poyry energy, Prodeval, Proserpol, S²-Watt, SETEC energy solutions, Thermokin*, Valbio, Verdesis (EDF), Verdicite, Xergi	Degremont (GDF-SUEZ), Suez-environnement (GDF-SUEZ), Ondeo industry sol. (GDF-Suez), Sita bioenergy (GDF-SUEZ) OTV (Veolia Water) Veolia propreté, Véolia Water, Coved (SAUR), Stereau (SAUR), SEMARDEL, SEDE environnement, Vinci environment,	Areva bioenergy, Eneria, GE energy, Siemens, Axens, Union carbide,	ABS, Alfa Laval, Andrtiz, Appro industries, Aquatank, Axflow, Blik, Bollegraaf France, FAMA, Gardner denver Karl Dungs, KSB, Lewa, Milton Roy Mixing, Nederman, Netzsche Freres, Putzmeister, Salmson, Sterling fluid sys., Sulzer, Silex int., Thermodyn, Xylem water solutions	Berthold technologies, Bronkhorst, Hach Lange, ITT Flight, JRI Maxant, Kobold inst. Mersen, Nanosense, Pneumatex, Silex int., Tecfluid	Schneider electric, Siemens, ABB, GE power controls, Emerson Process management	Air products, Ereie*, L'Air liquide, Linde, Messer,	ABB, GE, Man Turbo, MTU France, MWM France Polytechnik, Siemens, Turbomach, Wärtsila,	ABB, Alstom, Cegelec General electric Novair, Mersen, Schneider electric, Siemens,	Bouygues, Vinci, Cegeles, Eiffage energie GRDF, GRT, ERDF, RTE, Coriance, CPCU, Cofely, Dalkia,	Agriculteurs et industriels pour leurs besoins propres, Bionerval à Etampes 1 Unité de TMB, 8 STEP, 7 ISDND Idex, Tridex à Meaux (déconditionnement)



## 2.14.2 - Les principaux acteurs franciliens de la R&D

### Privés :

Plusieurs grands groupes sont impliqués sur la thématique de la méthanisation à travers leur investissement en vue de proposer des solutions clé en main, en particulier Areva avec sa Business Unit Bioénergies. Cependant deux groupes investissent plus particulièrement ce sujet qui est au cœur de leur métier : Veolia avec les thématiques déchets et traitement de l'eau, GDF-SUEZ au croisement du gaz énergie et du traitement des déchets.

- Veolia CRPE : centre de recherche sur la propreté et l'énergie (Veolia propreté) à Limay. Le centre a notamment porté le projet de recherche Bioptime financé par l'ANR et porté par Veolia Environnement avec le soutien d'Advancity. Le projet Bioptime débuté en 2007 pour une durée de 4 ans visait à proposer une étape de prétraitement des déchets en y adjoignant du mâchefer afin d'optimiser la méthanisation anaérobie, soit par enfouissement, soit par méthanisation forcée. Le projet a porté sur des expérimentations d'échelle laboratoire (1l), jusqu'au pilote semi-industriel (1m<sup>3</sup>).
- Veolia Ajou Recherche (Veolia environnement) à Maison-Laffitte. Le centre qui abrite 300 personnes (chercheurs et développeurs de terrain) est spécialisé dans les problématiques de l'eau. Il mène des recherches dans tous les domaines du traitement de l'eau et des boues, avec une expertise transverse dans les domaines des procédés membranaires, des procédés biologiques, des traitements physicochimiques.
- GDF-Suez CIRSEE (Suez environnement), le centre de recherche sur l'eau qui emploie 130 personnes aborde parmi différents sujets la question du devenir et de la valorisation des boues d'épuration et des bio-déchets en particulier via la méthanisation en prenant en compte les aspects réglementaires, environnementaux, en optimisant les coûts et les procédés.
- GDF-Suez Cerdeg (Degremont à Croissy-sur-Seine), avec une centaine de salariés, le centre de recherche sur l'eau et les boues a pour mission la mise en application, le développement des procédés, l'industrialisation et la standardisation des unités de méthanisations de boues intégrées (systèmes Digelis).
- GDF-Suez (CRIGEN à St Denis). Le centre pilote un projet de biogaz de synthèse par pyrolyse de la biomasse : projet Gaya dont le démonstrateur est basé à Lyon.
- GDF-Suez (Sita Bioénergie à Gargenville). Sur le site du siège qui comprend 70 salariés, des équipes travaillent sur la conception de méthaniseurs, l'analyse et la connaissance de la ressource.
- Air liquide : centre Claude Delorme situé aux Loges-en-Josas. Près de 280 personnes mènent des activités de R&D pour le groupe ou pour sa clientèle. Cette R&D porte sur les domaines du génie des procédés (spécification et optimisation des procédés de fabrication des gaz industriels), des sciences des matériaux, sciences de la vie : structure et comportement des organismes vivants (biologie, biochimie, agroalimentaire, produits forestiers et agricoles) de la synthèse en chimie fine et science des surfaces, des sciences analytiques : séparation, identification et quantification des gaz, liquides et solides, notamment purification du biogaz. Des activités de modélisation et d'essai complètent l'offre du centre.
- Areva bioenergy. Le spécialiste du nucléaire mène des activités de recherche et développement sur les centrales de méthanisation clé en main.
- Vinci environnement dans le cadre de son offre clé en main d'unités de tri mécano biologique (TMB) met au point des technologies spécifiques (traitement anaérobie, traitement des odeurs...), avec des équipes de R&D sur son site de Rueil-Malmaison.
- EDF sur ses sites de Chatou et de la Renardière à Ecuelle (77) focalise ses recherches sur la valorisation électrique et l'amélioration des procédés de conversion toute énergie.
- PCAS est une ETI de haute technologie dont le siège est à Longjumeau. Elle intervient dans de nombreux domaines dont la valorisation chimique de coproduits issus du prétraitement de la biomasse à travers sa participation au programme de recherche ANR 2012 INVERTO (INnovation en chimie VERte

par la Torréfaction) qui vise à définir des méthodes de torréfaction permettant une meilleure utilisation des sous-produits solides issus de cette étape du prétraitement.

- Le CETIOM (centre technique interprofessionnel des oléagineux et du chanvre) est l'organisme de recherche de SOFIPROTEOL, la société financière des producteurs d'oléagineux. Basé à Grignon le CETIOM travaille principalement sur la question des pratiques culturales et systèmes de culture.

Publics

### **Thème ressource biomasse : Mobilisation et caractérisation de la ressource, pratiques culturales, ACV, génomique et biotechnologies**

- Le Cirad (Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement). Un des 6 axes de recherche du Cirad porte sur la biomasse énergie avec des questionnements sur les pratiques culturales et l'impact de cultures énergétiques dédiées, la sélection des espèces les plus adaptées à chaque type d'énergie dont le biogaz, les technologies de gazéification de la biomasse par la voie thermochimique (catalyse).

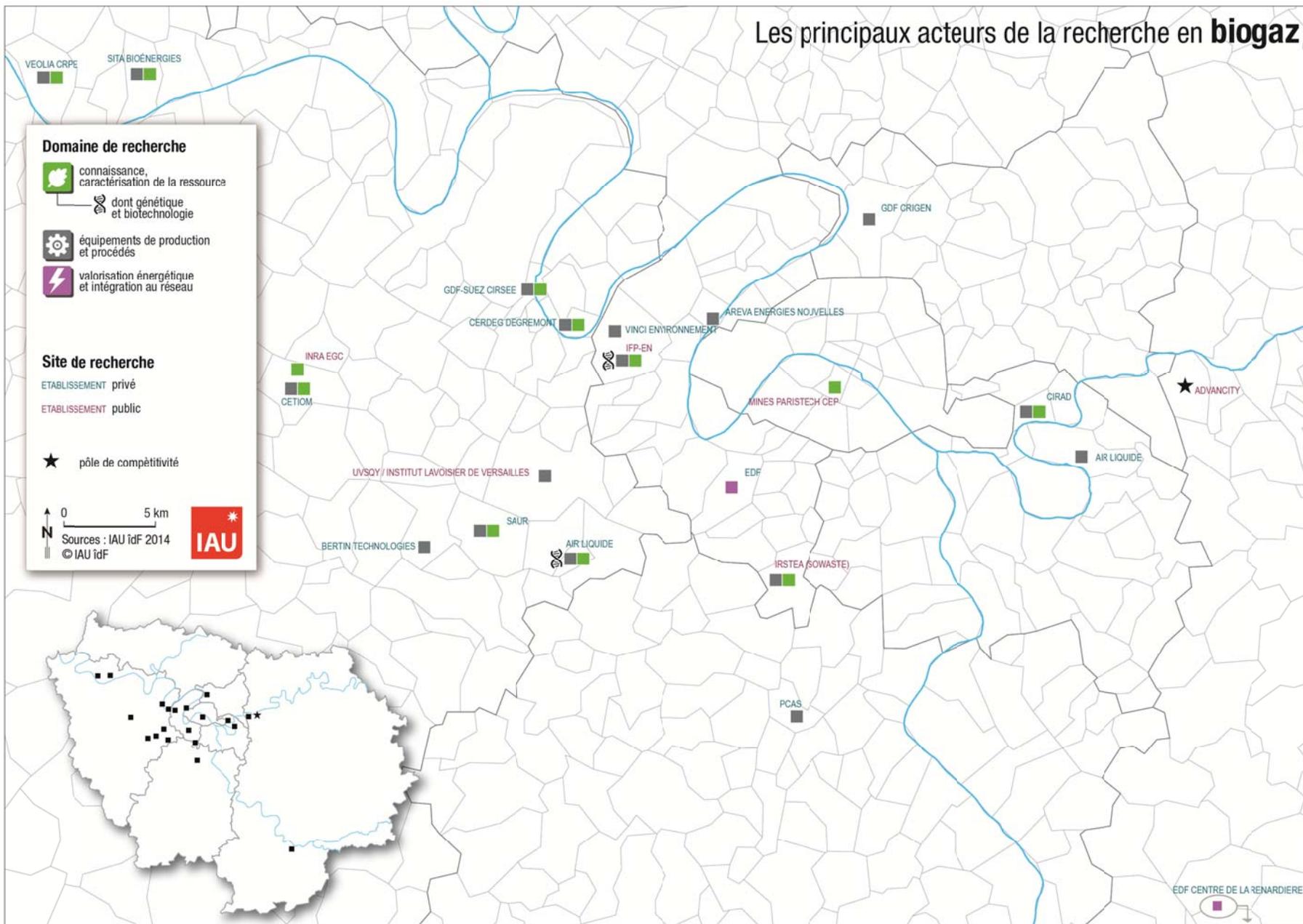
- Inra (Institut national de recherche agronomique) : avec son institut Micalis (UMR CNRS-INRA 1319) localisé à Jouy-en-Josas, l'Inra adresse la thématique de la conversion biologique de la matière.

- Inra, AgroParisTech : Institut Jean Pierre Bourguin (IJPB), Thiverval-Grignon (78), 230 permanents dont 135 chercheurs et ingénieurs. Un des principaux centres européens de recherche dans le domaine de la biologie des plantes avec des compétences pluridisciplinaires uniques en France et doté d'une plate-forme de phénotypage des plantes (l'observatoire du végétal). L'IJPB s'intéresse à l'évolution et au fonctionnement des génomes, à la réponse des plantes au stress, à la biologie du végétal, à la caractérisation de diverses molécules (celluloses, lignines, lipides). Il participe notamment au projet de recherche *Biomass For the Future* (BFF) labellisé investissement d'avenir et dont l'objectif est de mettre en place des filières locales de production et de valorisation de biomasse ligno-cellulosique pour les matériaux, la combustion, la méthanisation et la production de biocarburants et la chimie verte.

### **Thème technologies, procédés**

- IFP-EN (institut des pétroles et des énergies nouvelles) Rueil-Malmaison. Impliqué dans les biogaz de seconde et troisième génération par voie thermochimique (gazéification de la biomasse). Direction catalyse et séparation/direction techniques d'applications énergétiques/direction conception modélisation procédés/direction chimie et physico-chimie appliquée.

- IRSTEA (Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture), Antony, correspond à l'ex Cemagref. Son équipe **Sowaste** mène notamment des travaux sur l'optimisation et les impacts des installations de stockage de déchets non dangereux (ISDND). Ces dernières années, les travaux ont majoritairement porté sur la notion de stockage bioactif mis en œuvre dans les ISDND-bioréacteurs. L'équipe collabore notamment avec le groupe SAUR. L'IRSTEA est par ailleurs un des membres du projet Bioptime porté par Veolia environnement.



## Synthèse-conclusion-AFOM

- Une filière qui compte finalement peu d'emplois au niveau national (1 070) mais pour laquelle on attend une forte croissance au niveau national et francilien, avec une bonne visibilité quantitative, une réglementation et une fiscalité attractive relativement stable dans le temps et qui s'est améliorée. A ce titre l'Île-de-France avec son SRCAE et sa stratégie de développement de la méthanisation soutenue par des aides du conseil régional fournit un très bon signal adressé aux professionnels.
- Une filière qui a l'avantage de répondre à la question du traitement des déchets tout en générant une énergie locale et favorisant le maintien de l'activité agricole pour laquelle la méthanisation constitue une ressource supplémentaire.
- La méthanisation comporte donc un enjeu territorial, elle est aussi emblématique du concept d'économie circulaire dans lequel les déchets deviennent des ressources.
- Dans le cadre d'une réflexion sur l'écologie industrielle, il semble souhaitable d'intégrer les sites de méthanisation dans une réflexion englobant leur territoire immédiat.
- Des ressources fermentescibles inexploitées importantes dont la mobilisation peut cependant poser problème notamment concernant celles issues des ménages en zone dense ou trop dispersées sur le territoire (issues des restaurants par exemple). Il existe un risque de tension sur les ressources les plus facilement exploitables.
- Un enjeu essentiel du tri en amont des installations de méthanisation avec des systèmes innovants à expérimenter et mettre en place. A ce titre Barcelone, Berlin ou Stockholm ont mis en place des systèmes de collecte collective à base de bacs.
- Un mode de traitement des déchets qui suscite cependant de forts rejets par méconnaissance et qui nécessite un effort important de communication auprès des riverains. La co-construction des projets de méthanisation avec les populations locales est essentielle pour la réussite des projets.
- Enjeu du développement de nouveaux usages du biométhane pour offrir de nouveaux débouchés aux producteurs de biogaz et lisser la demande dans le temps. A ce titre, le développement du biogaz carburant est une piste à explorer. L'utilisation du biométhane carburant pour véhicules est en pleine expansion dans le monde (+18 % par an depuis 2000). On compte près de 900 000 véhicules circulant au GNV rien qu'en Italie, Allemagne et Suède. On en compte 10 000 en France. Le GNV a pour triple avantage de représenter une énergie locale qui contribue à réduire la dépendance au pétrole et le déficit commercial, d'émettre très peu de polluants (-80 % en moyenne suivant le composant) et quasiment aucune particule, ce qui le rend particulièrement adapté à la circulation en ville. D'ailleurs la moitié des villes de plus de 150 000 habitants ont intégré les véhicules GNV dans leur flotte. Enfin, il bénéficie d'un coût d'usage très inférieur aux véhicules roulant au diesel de l'ordre de 40 % qui devrait aller en augmentant à mesure que la réglementation Euro6 sur les moteurs polluants entrera en vigueur et que le soutien fiscal au diesel ira en s'amenuisant.
- La commande publique est à ce titre un levier de développement et d'expérimentation.
- Un tissu industriel national encore trop faible au regard des acteurs étrangers bien représentés sur le marché national.
- Cependant des acteurs industriels français qui sont techniquement en capacité d'investir ce marché pour peu que le volume de développement soit suffisant. Déjà des acteurs nationaux et franciliens se positionnent sur ce marché avec plusieurs grands acteurs d'envergure mondiale (l'industriel AREVA Bioenergy, les grands acteurs des services d'utilité publique : Suez environnement, Degremont, Veolia...).

### En Île-de-France

- Les acteurs étrangers sont très présents avec le risque que le développement du marché génère surtout des importations d'équipements. Plusieurs des grands acteurs français sont présents en Île-de-France tant sur le volet industriel que ceux assurant la gestion des déchets.

- Un emploi francilien encore faible, avec environ 60 emplois en exploitation et 166 établissements dont 25 employant 514 personnes sont très impliqués sur ce marché, mais des perspectives de développement inscrits dans le plan de développement de la méthanisation en Île-de-France qui laissent espérer un total de 480 emplois liés à l'exploitation à l'horizon 2025 et 80 emplois liés à la mise en place des projets tout au long des 13 années qui nous séparent de cette date.
- Compte tenu de l'importance du volume de déchets produits en Île-de-France, de la demande en gaz et de la présence d'acteurs de premier plan dans la gestion et le traitement des déchets et surtout sachant que cette thématique est très peu traitée en France, il serait intéressant pour l'Île-de-France de s'afficher sur cette thématique. Il serait possible d'organiser un pôle de recherche sur valorisation énergétique des déchets en IDF avec une dimension méthanisation en s'appuyant sur les initiatives existantes, notamment celle du cluster Novagreen qui est de plus l'animateur du pôle national sur les résidus valorisables.
- Il existe un enjeu important sur l'optimisation de la localisation des équipements en fonction des gisements, de la possibilité de valoriser au mieux la production énergétique et de la présence de débouchés pour les digestats.  
Par exemple, les acteurs de la grande distribution qui traitent actuellement leurs déchets invendus fermentescibles loin de la région (parfois même en Belgique) sont demandeurs d'un développement de tels équipements, notamment en Île-de-France, avec une organisation territoriale équilibrée qui permette de traiter leurs déchets fermentescibles au plus près des zones de collecte.

## AFOM Biogaz-méthanisation

### Atouts :

-Grand bassin de consommation qui produit aussi de grandes quantités de déchets fermentescibles (ménagers, boues d'épuration) pouvant être transformés en biogaz.  
-Présence des grands acteurs de la filière à commencer par les spécialistes du traitement des ordures et de l'eau.  
-Une stratégie de développement de la méthanisation en Île-de-France ambitieuse qui donne de la visibilité aux investisseurs et aux industriels.  
-Un réseau de distribution de gaz dense  
-Plusieurs flottes captives qui circulent au bio GNV ou projettent de s'y mettre (bateaux-mouches) qui devrait stimuler l'offre de biogaz, avec à la clé une forte réduction des émissions polluantes par rapport au diesel (particules notamment).

### Opportunités :

-Un mode de production d'énergie qui répond aussi à l'enjeu du traitement des déchets.  
-Une activité qui met pleinement en œuvre le concept d'économie circulaire et de proximité de plus en plus plébiscité par le public.

### Méthanisation agricole :

- Pérennisation des activités agricoles par des réductions de dépense et compléments de revenu  
- Projets de territoire : création de nouveaux liens entre agriculteurs et leur environnement urbain.

### Méthanisation de déchets :

- vaste marché à organiser mais des obstacles à surmonter, notamment au niveau de la collecte et du tri...

### Méthanisation des boues de traitement de l'eau :

- Il reste un potentiel existant mais questionnable quant à la rentabilité de sa mise en œuvre au regard de la taille des STEP concernées.

### Mobilité :

-De nombreuses et importantes flottes captives pouvant circuler au bio GNV : taxis, bus, ramassage d'ordures, logistique de courte distance...

### Faiblesses :

#### méthanisation de déchets :

-Organisation de la collecte et tri des déchets fermentescibles sont particulièrement complexes en Île-de-France, en particulier dans la zone dense.  
- Une recherche francilienne peu visible sur ce thème  
- Une absence des équipementiers français avec une part importante des éléments importée

### Menaces /enjeu :

#### Toutes méthanisations :

-Conflits potentiels entre projets pour capter les ressources  
-Conflits d'usages potentiels pour les ressources  
- Fort rejet social des sites de méthanisation (odeurs, approvisionnement, esthétique...)  
-Mais nécessité de la proximité avec des sites où la valorisation de la chaleur produite est possible par souci d'efficacité écologique et d'équilibre économique des opérations.  
-Question de la gestion et des débouchés pour les digestats, notamment concernant les déchets ménagers car nature des intrants instable et non vérifiée.

## **3 - La biomasse valorisée en biocarburants**

### **3.1 - Définition**

Les biocarburants sont principalement des combustibles liquides issus de la biomasse obtenus à partir de matières organiques végétales ou animales, ainsi que des combustibles gazeux (GNV). Il est important de rappeler que les biocarburants sont des co-produits de productions existantes au sein de distilleries pour les industries du sucre et d'usines de trituration pour les industries des oléagineux. Ils ont permis aux agriculteurs d'étendre leur diversification et donc leurs revenus tout en contribuant à l'objectif d'indépendance économique vis-à-vis de l'importation de tourteaux de soja étrangers pour alimentation animale en partie remplacés par les tourteaux de colza, co-produits de la production de biodiesels issus du colza.

On peut identifier 3 grandes familles de biocarburants actuellement exploités industriellement que l'on peut qualifier de carburants de première génération qui n'utilisent que la fraction comestible des plantes :

- A) Les **biodiesels** ou Esters méthyliques d'acides gras (**EMAG**) issus de la transformation de corps gras d'origine végétale ou animale.
- B) Le **bioéthanol** produits à partir de plantes contenant du sucre ou de l'amidon.
- C) **Le biogaz naturel véhicule (bioGNV)** : Le terme de biocarburants intègre également les gaz produits par fermentation de toute matière organique (déchets alimentaires, déchets végétaux, cultures...) en absence d'oxygène: ce **biogaz** (méthane) peut s'utiliser directement une fois purifié, comme le gaz naturel véhicule (GNV).<sup>93</sup>

---

<sup>93</sup> Inspiré d'actu environnement : [http://www.actuenvironnement.com/ae/dossiers/agrocarburants/interets\\_enjeux\\_agrocarburants.php4](http://www.actuenvironnement.com/ae/dossiers/agrocarburants/interets_enjeux_agrocarburants.php4)

## 3.2 - La ressource au cœur du débat quant à sa disponibilité et sa durabilité

Le développement des biocarburants a fait l'objet de polémiques quant à leur véritable caractère durable comme le soulignent divers rapports dont celui de la Cours des comptes<sup>94</sup> citant lui-même un rapport de l'ADEME sur les biocarburants de première génération<sup>95</sup>.

L'ADEME indique que dans le cas des biocarburants, la méthode d'appréhension des impacts énergie et gaz à effet de serre doit prendre en compte quatre facteurs<sup>96</sup> :

- le changement d'affectation des sols : soit direct par remplacement d'un usage naturel (forêt, prairie...) soit indirect par remplacement d'une culture alimentaire par une culture énergétique, la première allant à son tour remplacer un espace naturel ;
- la répartition de l'émission de GES entre le produit direct et les coproduits ;
- la quantité d'azote (N<sub>2</sub>O) émis suite à l'épandage d'engrais azotés pour la fertilisation des sols ;
- les émissions de GES et de consommation d'énergie pendant la phase de construction des infrastructures (silos, usines...) et des équipements nécessaires à la production de biocarburants.

Selon Jean-Marc Jancovici<sup>97</sup>, ingénieur conseil spécialiste des émissions des gaz à effet de serre, si l'on avait dû remplacer les consommations actuelles par des carburants de première génération, il aurait fallu par exemple cultiver 104 % de la surface totale de la France en Colza pour remplacer l'intégralité des 50 Mtep de pétrole consommés chaque année en France dans les transports en incluant les consommations intermédiaires (118 % de la surface nationale avec le tournesol, 120 % la betterave et 2 700 % le blé).

La concurrence avec un usage alimentaire a déclenché la polémique lorsqu'il est apparu que le développement des biocarburants de première génération (les biocarburants actuels) a participé à une inflation des prix de denrées alimentaires et la dégradation de la situation alimentaire dans certains pays. La prise de conscience de la réalité de ce risque a eu pour conséquence de tempérer les projets de développement des biocarburants de première génération et de tendre au plus vite vers la seconde génération. Ces fortes réserves ont conduit à la révision de l'objectif d'incorporation de 10 % fixé par l'UE pour revenir à un niveau de 7 %. De plus, l'Union européenne a mis en place un système de certificat de durabilité des biocarburants importés, qui prend en compte cet effet de changement d'usage des sols.

Cette question du changement d'affectation des sols très sensible au niveau mondial, avec notamment le problème de la déforestation des pays en développement pour produire de l'huile de palme, est relativement peu adaptée au cas français et européen où la production de biocarburants permet effectivement de réduire l'impact en CO<sub>2</sub> de 35 % par rapport à l'utilisation de carburants fossiles. En France on a vu (encadré p12) que les cultures énergétiques dédiées aux biocarburants couvrant moins de 5,82 % de la surface agricole utile (SAU) étaient essentiellement constituées de colza (80 % des surfaces), de blé et de betteraves sucrières<sup>98</sup>. La production française de biocarburants de première génération constitue un complément de production pour les agriculteurs servant les industries sucrières et des huiles à usage alimentaire et a permis de fortement réduire la dépendance nationale en matière d'alimentation animale grâce notamment aux tourteaux de colza et drèches de blé qui sont des coproduits de la production de biodiesel et de l'éthanol, venus remplacer les tourteaux de soja importés.

Les évaluations mondiales de la ressource disponible exploitable pour les biocarburants vont de 100 Mtep environ pour la première génération à 1,5 Gtep pour la seconde génération, soit 15 fois plus.

Compte tenu du fait qu'actuellement les biocarburants ne représentent qu'entre 1 % et 2 % de la production mondiale de carburants, on conçoit aisément que même 15 fois plus importante, la ressource disponible pour la seconde génération de biocarburants ne permettra pas une totale substitution aux carburants fossiles.

<sup>94</sup> « La politique d'aide aux agro-carburants », évaluation d'une politique publique, Cour des comptes, janvier 2012.

<sup>95</sup> « Analyses de cycle de vie appliquées aux agro-carburants de première génération consommés en France », ADEME Février 2010.

<sup>96</sup> « Agro-carburants, une nouvelle méthodologie pour une meilleure appréhension des impacts énergie et gaz à effet de serre », ADEME, communiqué de presse du 17 juin 2008.

<sup>97</sup> [http://www.manicore.com/documentation/carb\\_agri.html](http://www.manicore.com/documentation/carb_agri.html)

<sup>98</sup> On comptait en 2010 en France 40 000 ha de betteraves cultivées pour produire du bioéthanol, 223 000 cultivés en blés, soit respectivement 11 % des surfaces de betteraves cultivées, et 3,5 % des surfaces de blé cultivées. Toujours en France la surface cultivée pour les oléagineux (Colza à 95 %) destinés à la production de biodiesel est de 1,45 millions d'ha, soit 4,93 % des surfaces cultivées d'oléagineux. Source : Cour des comptes, citant la Direction générale des politiques agricole, agroalimentaire et des territoires (ministère de l'agriculture)

D'autant que le parc automobile et donc la demande continue à croître fortement dans le même temps et à l'horizon 2030 l'IFP-EN<sup>4</sup> estime ainsi que le potentiel de biomasse ligno-cellulosique mobilisable pour les biocarburants représenterait de 19 à 23 % de la demande mondiale de carburants.

Par ailleurs, si la seconde génération écarte a priori les risques de concurrence avec les usages alimentaires, la ressource à l'origine de la seconde génération est en compétition avec d'autres usages (matériaux, chimie, chaleur, électricité). La filière offrant la plus forte valorisation économique captera en priorité la ressource. C'est d'ailleurs ce que l'on perçoit déjà avec la troisième génération (les microalgues) dont les premières applications portent pour le moment sur des valorisations sous forme de produits cosmétiques ou pharmaceutiques qui achètent la ressource entre 350 et 1 000 € la tonne (mais en faibles quantités) là où une application biocarburants ne peut offrir que 0,50 € la tonne (mais en grandes quantités) pour être compétitive avec les carburants fossiles.

Selon l'IFP-EN<sup>99</sup>, une partie de la solution réside dans le développement de cultures oléagineuses (jatropha notamment) dans les pays chauds et des cultures ligno-cellulosiques dédiées en climat tempéré avec des espèces plus productives (par exemple les taillis à courte rotation TCR, le miscanthus...). Ces dernières représenteraient environ les 2/3 de la ressource potentielle en Europe. Ces cultures devant être pratiquées de préférence sur des terres délaissées ou impropres à la consommation en UE et sous-utilisées ailleurs dans le monde.

Concernant les microalgues, pour lesquelles on attend un rendement de production de carburants 25 fois plus élevé que la culture du colza et 3 fois plus élevé que la palme, la technologie est loin d'être mature et ne sera pas prête avant 2030. Les modes de culture expérimentés vont de sites ouverts (marais salants, anciennes carrières reconverties...) à des sites fermés, voire en façade d'immeubles comme le montre l'expérimentation qui a fait l'objet d'une démonstration au Pavillon de l'Arsenal à Paris<sup>100</sup>.

La solution pour s'affranchir des carburants fossiles passera nécessairement par une multiplicité d'actions. Il s'agira à la fois d'aller vers une sobriété et une plus grande efficacité des moteurs (objectif 2l au 100km) mais aussi développer un mix technologique et énergétique dans la mobilité (électrique, hybride, GNV, hydrogène et pile à combustible...), ainsi que d'introduire et développer de nouveaux usages (autopartage, covoiturage...), inciter à la modification des comportements (développement des déplacements en TC, des circulations douces...) qui passe aussi par l'aménagement urbain (équipements et leur localisation) et les formes urbaines (en schématisant : ville dense et compacte vs ville étendue de type pavillonnaire).

**En France**, la feuille de route biocarburants avancés publiée en 2011 par l'ADEME<sup>101</sup> propose une estimation des ressources biomasse supplémentaires mobilisables dont le détail figure dans le tableau ci-dessous. Au total l'ADEME estime qu'au niveau national, on peut mobiliser entre 16,7 et 25 Mtep/an. Si l'on tient compte des objectifs du Grenelle sur la chaleur et la production d'électricité à partir de la biomasse (11,6 Mtep/an), cela laisse entre 5,1 et 13,4 Mtep/an disponibles pour la chimie et les biocarburants.

De son côté la direction générale du Trésor a évalué la ressource supplémentaire disponible en 2010 dans une étude prospective sur les biocarburants de seconde génération (voir tableau ci-dessous).

Les conclusions sont globalement deux fois moins favorables avec au maximum un total de 8,7 Mtep de matière mobilisable qui si elle était totalement dédiée aux biocarburants permettrait de produire 3,5 Mtep de biocarburants (avec un rendement de conversion de 40 %).

**Tab. 40. Comparaison des estimations de gisements mobilisables ADEME/DG Trésor**

	ADEME Mtep/an	DG Trésor Mtep/an
Produits forestiers	6,2 à 10,2	3,9
Déchets organiques (huiles et graisses, déchets ménagers déchets agricoles, déchets industriels, boues de STEP)	5,2 à 5,5	Estimés non mobilisables pour biocarburants
Résidus agricoles	4,3	2,8
Cultures énergétiques (TCR, Miscanthus...)	1 à 5	2*
<b>total</b>	<b>16,7 à 25</b>	<b>8,7</b>

Source : ADEME, DG Trésor : Les Cahiers de la DG Trésor – n° 2010-03 – Septembre 2010. \* conversion IAU à partir des données DG Trésor de 4,4 Mtons disponibles.

<sup>99</sup> « Quelles perspectives pour les biocarburants ?, l'analyse d'IFP Energies nouvelles », conférence de presse, juin 2013.

« Quelles ressources en biomasse pour un système énergétique durable ? », Panorama 2010, IFP-EN.

<sup>100</sup> Exposition « Algocultures, exposition et laboratoire public d'architecture pour la construction de biofaçades », Pavillon de l'Arsenal Paris, décembre 2013.

<sup>101</sup> ADEME : « Feuille de route agro-carburants avancés » p8, février 2011

Les principales différences entre ces deux estimations tiennent au fait que l'étude de la DG du Trésor exclut les bois issus de l'industrie et sous forme de déchets car ils sont déjà mobilisés par d'autres filières (bois énergie, papeterie voire alimentation animale). Les bois de rebut (cagettes et palettes) présentent l'inconvénient d'être dispersés, ce qui occasionnerait des coûts de collecte trop élevés en plus du problème de bois traités non compatibles avec les procédés thermo-chimiques. Dans le même ordre d'idée, les résidus sylvicoles issus des coupes hors massifs forestiers sont trop dispersés pour offrir une solution économique viable.

En définitive seuls constituent une réelle ressource mobilisable potentielle les résidus de récoltes (pailles restées au sol notamment les pailles de colza non exploitées et dont la collecte serait aisée) et résidus de coupes forestières pour un total de 16 millions de tonnes de matière sèche soit environ l'équivalent de 2,7 millions de tep.

Le rapport souligne l'insuffisance de ces ressources au niveau national pour répondre à la demande et l'objectif d'incorporation, d'autant que ces ressources peuvent aussi servir pour le chauffage avec un fort risque de conflit d'usage. Ceci implique selon l'auteur la mise en place de cultures énergétiques dédiées. En se basant sur des estimations de surfaces de terres marginales en France de l'ordre de 450 000 ha, l'auteur en déduit que l'on peut au mieux estimer en tirer 0,8 Mtep supplémentaire par an à partir de 4,5 Mtms.

Dans l'attente de cette seconde génération capable de valoriser l'ensemble des parties non comestibles des plantes, la mobilisation et la valorisation de déchets riches en huiles (déchets issus des IAA comme des graisses animales) ou le recyclage d'huiles alimentaires usagées en vue de les transformer en biocarburant est une voie en développement, qui permet d'améliorer le bilan environnemental de la filière biocarburant, même si sa contribution sera relativement limitée. Ces productions plus récentes sur le marché en France ont reçu des homologations sous les sigles EMHA pour les biodiesels issus du recyclage de graisses animales et EMHU pour les biodiesels issus d'huiles usagées.

À ce titre concernant les déchets d'huiles alimentaires, SARP industries qui traite ces huiles sur son site de Limay (78) estime que le potentiel national total est de 110 000t par an dont 60 000t/an mobilisables sachant que 36 000t sont actuellement recyclées par an.

Le rapport d'évaluation de la stratégie nationale de recherche en matière de nouvelles énergies du 3 mars 2009<sup>102</sup> précise concernant les biocarburants que : « ceux-ci ne constituent et ne constitueront à terme qu'un rôle limité dans l'approvisionnement du parc automobile. Ces biocarburants viendront s'ajouter au carburants synthétiques, carburants fossiles et à l'électricité voire à l'hydrogène dans le mix des moyens de propulsion des véhicules de demain. »

En Île-de-France, outre l'accent mis par les diverses collectivités sur un usage de l'automobile plus raisonnable (développement de l'usage des transports en commun, des circulations douces, de l'autopartage et un développement urbain devant aller vers une ville plus compacte), du côté de l'offre, le SRCAE a posé comme principe que les cultures énergétiques ne se développeront pas, ce qui limite les possibilités de projets de sites de production de biocarburants en Île-de-France.

**Fig. 60. Les cultures énergétiques pour la production de biocarburants de première génération ont été au cœur des débats sur la durabilité de la ressource biomasse pour l'énergie.**



Photo © [www.bioenergie-promotion.fr](http://www.bioenergie-promotion.fr)

<sup>102</sup> « Rapport d'évaluation de la stratégie nationale de recherche en matière de nouvelles énergies » Christian Bataille et Claude Birraux, 3 mars 2009

### 3.3 - Technologies

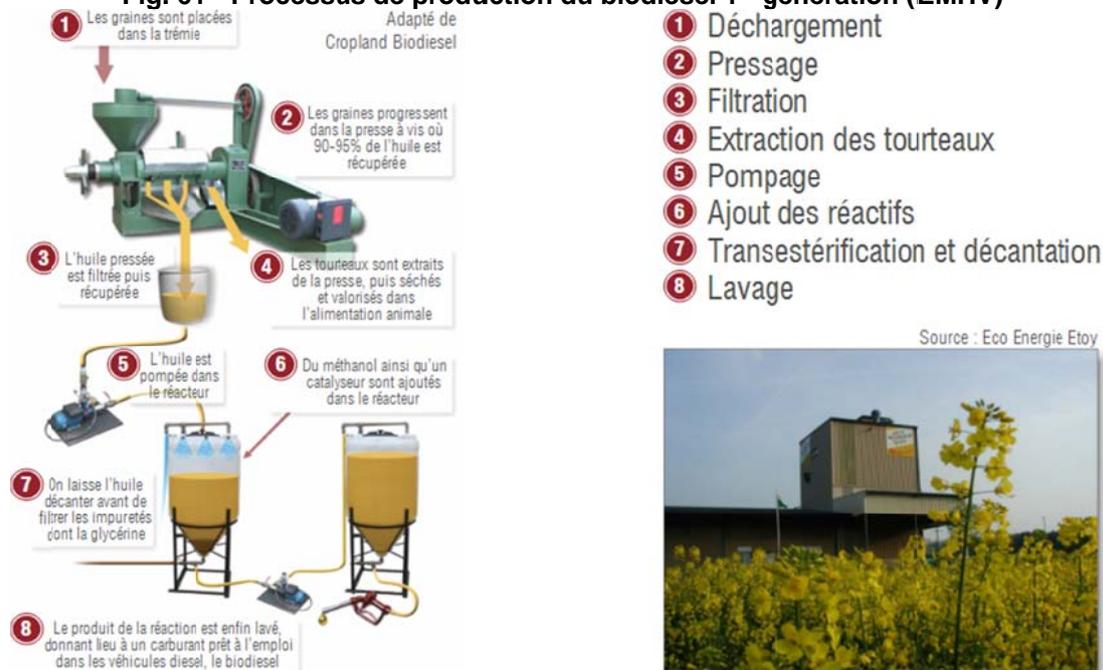
La technologie des biocarburants de 1<sup>re</sup> génération exploite principalement les réserves des plantes issues de cultures : sucres (betterave), amidon (blé, maïs, pommes de terre), huiles végétales (colza, tournesol) et plus tardivement les graisses animales. Les techniques de production et d'utilisation des biocarburants de 1<sup>re</sup> génération sont globalement arrivées à maturité. Le programme de Recherche AGRICE lancé en 1994, a largement contribué à la mise au point des carburants de 1<sup>re</sup> génération.

En France, les biocarburants de première génération développés à ce jour sont<sup>103</sup> :

A) Les **biodiesels** selon deux familles :

- Les esters méthyliques d'acides gras (**EMAG**) issus de la transformation de corps gras et ce selon deux sous filières :
  - o Une filière agricole : **les biocarburants issus des plantes oléagineuses** (contenant de l'huile) comme le colza ou le tournesol en France. Cette catégorie comprend aussi bien les **huiles brutes** obtenues par pressage des graines que les **esters méthyliques d'huile végétale (EMHV)** issus de la transformation chimique de ces huiles. L'EMHV est rarement utilisé pur, mais souvent par incorporation au diesel dans des proportions de 5 à 30 %, pour donner du biodiesel mieux connu en France sous le nom commercial Diester. En France, on estime qu'un hectare de colza produit 1,5 tonne d'EMVH. Le rendement du tournesol est en revanche plus faible : 0,8 tonne par hectare.
  - o Une filière recyclage : **les biocarburants issus de recyclages** de corps gras animaux sous-produits des IAA (**EMHA**) ou végétaux (huiles végétales alimentaires usagées récupérées selon des circuits de collecte identifiés) (**EMHU**)
- Le **biodiesel de synthèse** obtenu par hydrotraitement d'huiles végétales ou de graisses animales ; on parle alors d'huiles hydrogénées ou **HVO** (pour *Hydrotreated Vegetable Oils*)

**Fig. 61 - Processus de production du biodiesel 1<sup>re</sup> génération (EMHV)**

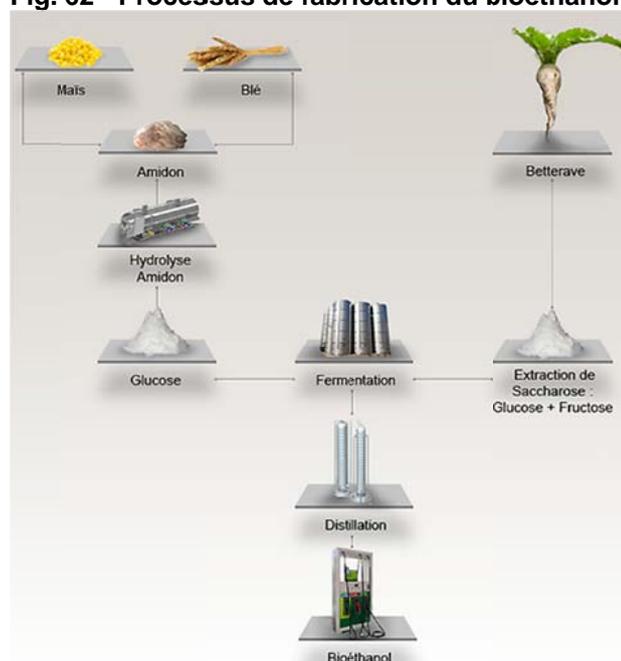


<sup>103</sup> Ce passage s'appuie sur deux sources : Ministère de l'écologie du développement durable et de l'énergie MEDDE, 2012, [http://www.developpement-durable.gouv.fr/Présentation\\_23523.html](http://www.developpement-durable.gouv.fr/Présentation_23523.html) ; actu environnement : [http://www.actuenvironnement.com/ae/dossiers/agrocarburants/interets\\_enjeux\\_agrocarburants.php4](http://www.actuenvironnement.com/ae/dossiers/agrocarburants/interets_enjeux_agrocarburants.php4)

B) Le **bioéthanol** produit à partir de plantes contenant du sucre ou de l'amidon

- Une filière agricole qui produit par fermentation puis distillation à partir de plantes contenant du sucre ou de l'amidon. En France, la betterave et le blé sont les principales ressources agricoles utilisées pour la production d'éthanol dit « **bioéthanol** » alors que l'on utilise la canne à sucre au Brésil et le maïs aux Etats-Unis. On estime qu'un hectare de betterave et de blé produit respectivement 5,9 et 2,5 tonnes d'éthanol. L'éthanol pur peut être mélangé à l'essence en des proportions allant de 5 à 85 %. Néanmoins, le véhicule nécessite une adaptation spécifique au-delà de 20 %. L'utilisation des mélanges riches en éthanol (par exemple à 85 % ou E85) se fait par exemple au Brésil où plusieurs millions de véhicules légers fonctionnent à l'éthanol.
- Une filière industrielle issue de l'industrie pétrolière : l'éthanol peut également être utilisé sous forme d'éthyl tertio butyl éther ou ETBE, produit résultant de sa synthèse avec une base pétrolière issue des raffineries : l'isobutène mélangé avec du bioéthanol agricole. A ce titre l'ETBE dépend de la production d'éthanol dont il absorbe une partie. L'ETBE qui doit son succès à sa plus grande facilité d'incorporation à l'essence n'est considéré comme renouvelable qu'à 40 %. En France, l'ETBE peut être incorporé jusqu'à 15 % en volume dans l'essence conformément à l'arrêté du 23 décembre 1999 modifié, relatif aux caractéristiques des supercarburants sans plomb.

**Fig. 62 - Processus de fabrication du bioéthanol de 1<sup>e</sup> génération**



Source : <http://www.bioethanolcarburant.com>

Le développement des véhicules équipés de systèmes flex-fuel a permis une extension de l'usage de l' E85 (85 % en volume d'éthanol anhydre et 15 % en volume d'essence) aux usagers individuels.

C) Le gaz naturel véhicule (GNV) : Le terme de biocarburants intègre également les gaz produits par fermentation de toute matière organique (déchets alimentaires, déchets végétaux, cultures...) en absence d'oxygène: ce biogaz (méthane) peut s'utiliser directement une fois purifié, comme le gaz naturel véhicule (GNV). »

Les développements technologiques sur les biocarburants de première génération portent sur l'adaptation des esters aux nouveaux moteurs mis au point par l'industrie automobile, l'amélioration sur la production des biocarburants (notamment éthanol) ou l'utilisation directe de l'éthanol à la place de l'ETBE. L'utilisation de l'éthanol pour l'alimentation des piles à combustibles est également un axe de recherche<sup>104</sup>.

<sup>104</sup> <http://www.energie.minefi.gouv.fr/base-tde/fiche.php?id=59>

### 3.4 - Recherche : vers les deuxième et troisième générations

Afin d'augmenter substantiellement le rendement des biocarburants et éviter la concurrence avec l'usage alimentaire, la recherche s'oriente vers une utilisation de la partie non comestible de la plante qui correspond aux parties celluloseuses (tige, tronc...). Cette technologie n'est pas récente puisqu'elle avait déjà été utilisée lors de la seconde guerre mondiale par les Allemands à partir de charbon.

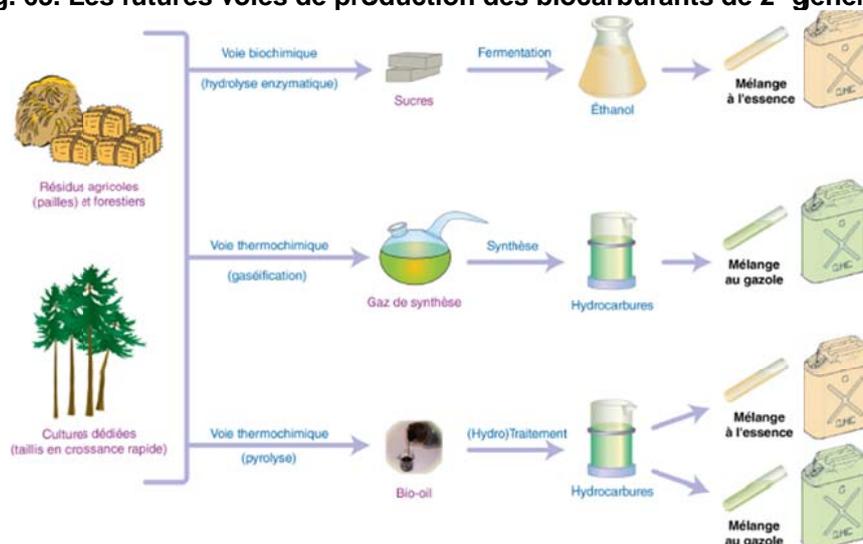
Elle aurait ainsi l'avantage de permettre d'utiliser une masse plus importante de ressources en utilisant notamment les résidus agricoles et sylvicoles et en développant des cultures dédiées.

Le principal enjeu est d'obtenir des méthodes de production qui permettent d'obtenir un bon rendement et des coûts de production compétitifs pour un horizon de production industrielle en 2020.

Deux voies de recherches sont explorées :

- **la voie biologique** ou voie humide (production d'éthanol par hydrolyse enzymatique de la lignocellulose et fermentation). Pour cette seconde voie, les différentes étapes conduisant à la production de bioéthanol à partir de matériaux lignocellulosiques sont proches de celles pratiquées pour les céréales comme le maïs ou le blé. Seules les premières étapes, le prétraitement et la préparation de la matière première (broyage pour la paille ou découpage en copeaux pour le bois) et la conversion de la cellulose en sucre (glucose) sont spécifiques à cette filière dite de 2<sup>e</sup> génération. Les principaux acteurs dans ce domaine sont l'INRA et l'IFPEN.
- **la voie thermochimique** ou voie sèche (production d'un gaz de synthèse par combustion, pyrolyse ou gazéification pour transformation en carburant liquide BtL pour *Biomass to Liquid* ou encore Hydrogène), diffère totalement de la première génération et se rapproche techniquement des technologies de l'industrie pétrochimique. Les principaux acteurs dans ce domaine sont le Commissariat à l'énergie atomique (CEA), l'Institut français du pétrole (IFPEN) et le Centre de coopération internationale en recherche agronomique (CIRAD).

Fig. 63. Les futures voies de production des biocarburants de 2<sup>e</sup> génération



Source : IFP Energies Nouvelles

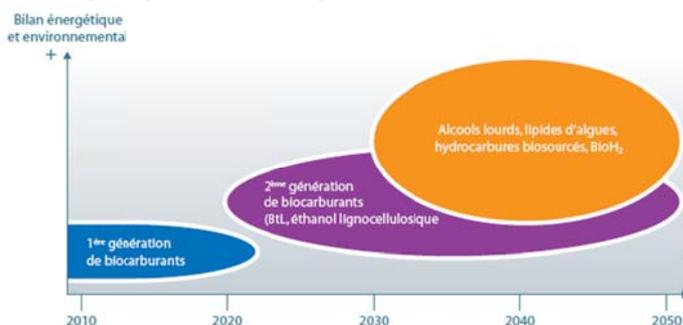
En France, ce sont les deux grands axes du Programme national de recherche sur les bioénergies (PNRB) lancé en 2005 par l'agence nationale de la recherche et délégué à l'Ademe et devenu BioE (énergie) puis BioME (matières et énergies). Ces recherches associent des industriels (ex : Air liquide, EDF, GDF, Maguin, Lesaffre, Total, Veolia, etc.), des producteurs de biomasse (Arvalys/ Onidol, ONF, UCFF, etc.), des laboratoires publics (CEA, CNRS, IFPEN, INRA, INSA, Universités, etc.). L'ADEME a lancé en 2011 un AMI (appel à manifestation d'intérêt) biocarburants avancés qui a sélectionné deux projets : gaya et BioTfuel. Des unités pilotes ont été développées pour tester la faisabilité des divers procédés (voir le détail des projets plus bas chapitre 3-5 p)<sup>105</sup>.

105 <http://www2.ademe.fr/servlet/KBaseShow?sort=-1&cid=96&m=3&catid=25332#BIOCARBURANT>

Au niveau européen, le 7<sup>e</sup> PCRD (Programme cadre de R&D) indique plus spécifiquement pour les biocarburants des pistes visant à privilégier la bioraffinerie en substitution autant que possible aux procédés chimiques actuellement utilisés. Il vise aussi à augmenter la compatibilité des agrocarburants obtenus avec les équipements actuels les plus récents afin d'en favoriser le développement.

La troisième génération de carburants s'appuie quant à elle sur la ressource marine et en particulier les algues. Cette technologie peut potentiellement offrir un rendement très élevé mais avec cependant des limites quant aux conditions de culture des algues et des ressources disponibles compte tenu des besoins de la faune. L'important besoin de CO<sub>2</sub> que nécessite ce type de culture milite en faveur d'installations fonctionnant en synergie avec une activité émettrice de CO<sub>2</sub>, jouant ainsi le rôle de captage (temporaire) de CO<sub>2</sub>. Malgré ses qualités potentielles et notamment son rendement à l'hectare pouvant être supérieur de 30 fois à ce que l'on observe pour les cultures énergétiques terrestres, ce type de carburant ne devrait représenter qu'une petite fraction du mix futur, la faisabilité économique du modèle n'étant pas encore démontrée. Cette technologie n'est pas attendue sur le marché avant un horizon 2030.

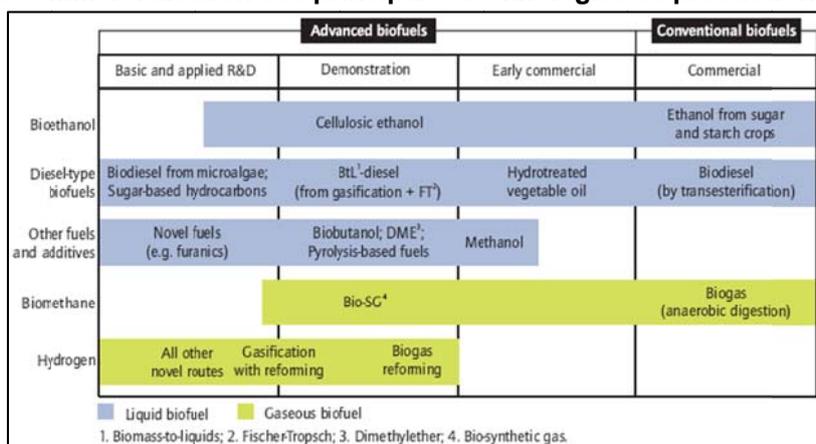
**Fig. 64. Vision prospective du déploiement des biocarburants avancés**



Source ADEME : Feuille de route biocarburants avancés, février 2011

Le schéma suivant résume l'état de l'art des technologies et leur statut de commercialisation dans le monde en 2012, on constate ainsi que de nombreuses technologies sont au stade de la démonstration en vue d'en vérifier le potentiel d'industrialisation : éthanol cellulosique de seconde génération, le BtL diesel, le biobutanol basé sur une technologie de pyrolyse ou encore le biogaz de synthèse et le biogaz issu du reformage de l'hydrogène. Toutes ces voies de production ne seront pas disponibles avant 2020 et seront complémentaires pour former le futur mix des biocarburants du futur.

**Fig. 65. Statut de commercialisation des principales technologies de production de biocarburants**



Source : AIE : « technology roadmaps, biofuel for transport », AIE 2012

### 3.5 - Les projets de pilotes et démonstrateurs de biocarburants de seconde génération : RDV en 2017

Prolongement de la recherche, les projets d'usines pilotes et de démonstrateurs permettent de valider à une échelle réduite (de l'ordre de 1/100 pour le pilote et 1/10 pour le démonstrateur) les options technologiques ainsi que les hypothèses économiques avant la phase d'industrialisation proprement dite. Les principaux enjeux pour ces pilotes sont à la fois de travailler sur l'approvisionnement et sa logistique ainsi que sur l'optimisation des procédés, sachant que le coût de revient des biocarburants de seconde génération (entre 0,8 et 0,9€/litre) est encore 2 à 3 fois supérieur au prix des carburants conventionnels (environ 0,5€/litre hors taxe pour un prix du baril à 110\$ environ comme actuellement). Cette étape est donc essentielle dans l'avènement des nouvelles générations de biocarburants, elle est aussi un point de focalisation pour les acteurs de la recherche et les industriels impliqués.

L'IFPEN a recensé fin 2010 les pilotes (72) et démonstrateurs (86) de biocarburants de seconde génération et en a dénombré 158 au niveau mondial (voir page suivante). Il est vraisemblable que leur nombre a progressé mais de façon modérée étant donné l'environnement économique défavorable lié à la crise, et aux politiques de soutien aux biocarburants en Europe moins favorables depuis 2010 tant au niveau communautaire que dans plusieurs États dont la France.

**Tab. 41. Pilotes et démonstrateurs de biocarburants de 2<sup>e</sup> génération dans le monde (Etat 2010)**

Produit (Etat Fin 2010)	Unités existantes ou en production		Unités en projet	
	Pilotes/démonstrateurs et unités commerciales	Capacité (millions de litres/an)	Pilotes/démonstrateurs et unités commerciales	Capacité (millions de litres/an)
Ethanol	53	627,5	64	4 593
Diesel, Kérosène	13	41,6	13	888
autres	6	336,5	8	37
<b>Total</b>	<b>72</b>	<b>1 005,6</b>	<b>86</b>	<b>5518</b>

Source : « Panorama 2011 », IFPEN décembre 2010.

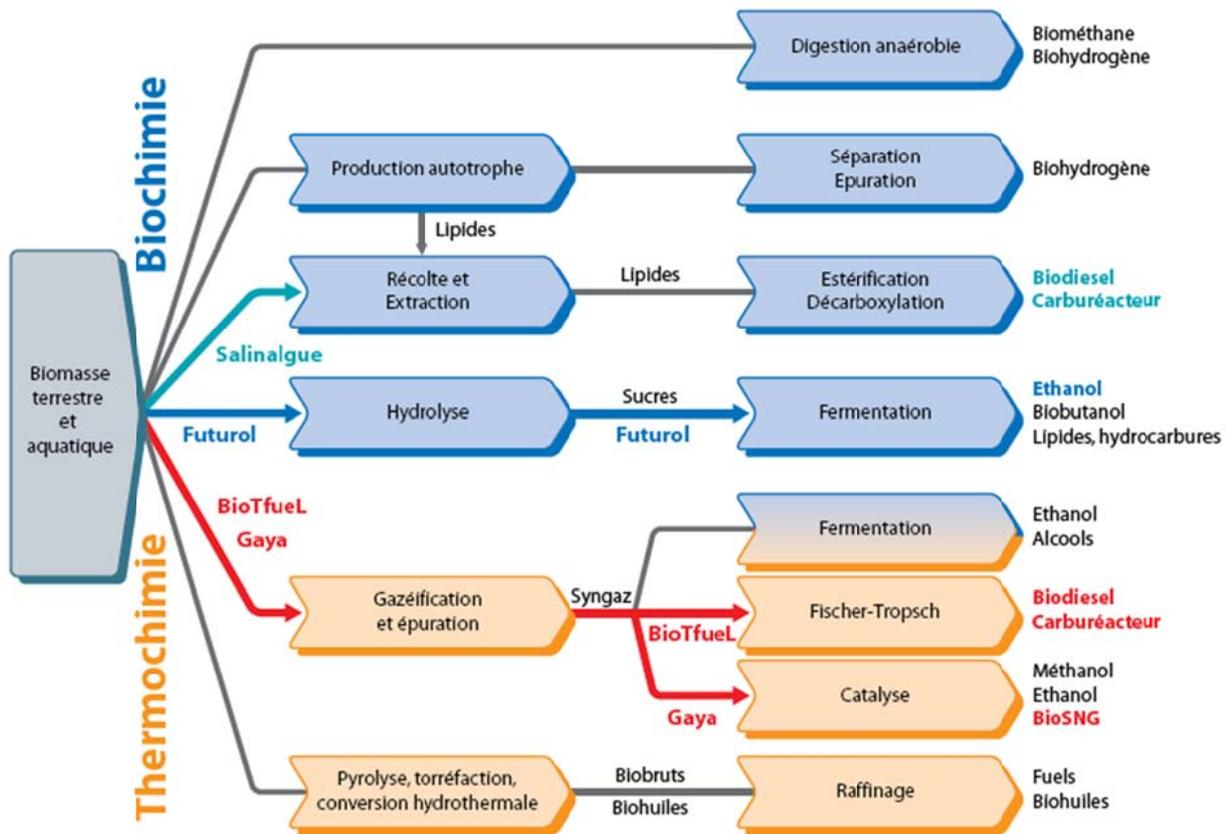
Si la France est bien placée sur la première génération en particulier le biodiesel, elle accuse un retard relatif sur la seconde génération par rapport au groupe de tête. Plusieurs projets sont en cours mais de taille relativement modeste (0,08kt pour le pilote Futurol en cours de validation). En Europe, le Danemark, l'Allemagne, l'Italie et l'Espagne ont atteint le stade du démonstrateur, avec chacun un projet de 2 à 4kt par an, tandis qu'aux USA 5 projets sont en cours dont 4 ont la taille de pilotes avancés de 2,5 à 18kt par an et surtout 4 projets de démonstrateurs annoncés de l'ordre de 40 à 80 kt (celui de Dupont aux USA). Enfin la Chine qui a une dizaine d'installations pilotes d'éthanol de 2<sup>e</sup> génération annonce une unité de démonstration de 80kt<sup>106</sup>.

<sup>106</sup> Eléments tirés de « Quelles perspectives pour les biocarburants ? l'analyse d'IFP EN », dossier de presse IFP EN 11 juin 2013.

### 3.6 - Les projets en cours de pilotes de biocarburants avancés en France

En France on compte 8 projets de carburants avancés de seconde ou troisième génération, dont les horizons s'étalent entre 2014 et 2017<sup>107</sup>.

Fig. 66. Voie de production d'agrocarburants et projets français en cours



Source ADEME : « Feuille de route biocarburants avancés », février 2011

#### La voie biochimique :

##### Futurool :

Le projet Futurool inauguré en octobre 2011 est pionnier en France. Il a mis en place une usine pilote au nord de Reims à Bazancourt-Pomacle (Marne) qui produit des biocarburants de deuxième génération à hauteur de 180 000 litres par an. Le procédé utilise divers végétaux (bois, paille, cultures d'herbe dédiées), dont on extrait la cellulose avec l'aide d'enzymes, avant une fermentation par levures et enfin une distillation donnant du bioéthanol. Doté d'un budget de 76,4 millions d'euros, le projet est porté par la structure de recherche privée mutualiste Agro-industrie recherche et développement (ARD), la confédération générale des planteurs de betteraves, Vivescia (ex-Champagne Céréales), le Crédit agricole, Ifp Energies Nouvelles, l'Inra, Lesaffre, l'ONF, Tereos, Total, et Unigrains. En 2014, une décision doit être prise concernant la poursuite du projet, qui prévoit notamment un prototype industriel 100 fois plus gros. <http://www.projet-futurool.com/>

<sup>107</sup> Ce chapitre s'appuie en partie sur le document : « L'industrie des énergies décarbonées 2010 » Direction Générale de l'Energie et du Climat, 2011

#### Deinole :

Lancé en 2009, ce projet doit aboutir à un démonstrateur de taille industrielle en 2014. Il porte sur la production de bioéthanol d'origine cellulosique à partir de blé grâce à une souche de bactérie déinocoque. Le projet d'un montant total de 21 millions d'€ est financé à hauteur de 8,9 millions d'€ par Oséo. Porté par la start-up francilienne de biotechnologie Deinove le projet s'appuie sur l'industriel Tereos pour la phase d'industrialisation qui s'effectuera en région Languedoc-Roussillon. <http://www.deinove.com/fr/programmes-et-applications/deinol>

#### Salinalgue :

Avec un budget de 7,5 millions d'€, le projet Salinalgue lancé en 2009 vise la production de biodiesel par voie biochimique issu de la culture microalgues en milieu ouvert avec un prototype industriel prévu pour 2015. Le projet porté par la Compagnie du Vent est localisé dans les salines du Midi de la France à Gruissan. Il intègre un consortium d'industriels : IDEE Aquaculture, Air liquide, Naskeo, la Société Méditerranéenne de valorisation des lagunes (SOMEVAL) ; ainsi que d'organismes de recherche et universités : INRA, IFREMER, l'INRIA, l'INSA Toulouse, l'Université d'Avignon, l'université d'Aix-Marseille, le CEA Marcoule, SUPAGRO, la Tour du Valat (Centre de recherche pour la conservation des zones humides méditerranéennes). Il est labellisé par les pôles de compétitivité Pole mer PACA, Trimatec, Cap énergie et Derby et bénéficie de financements du fonds unique interministériel (FUI) d'Oséo, de fonds européens FEDER ainsi que des collectivités territoriales les régions Languedoc-Roussillon et Provence – Alpes – Côte d'Azur à hauteur de 3,9 millions €. <http://www.ifremer.fr/pba/Projets/Salinalgue>

#### SVO Groupe Séché :

Sur le site d'une décharge situé au Vigeant (Vienne) le groupe Séché *via* sa filiale SVO a choisi de valoriser la chaleur produite localement grâce au biogaz de décharge, ainsi que le CO<sub>2</sub>, par une culture de microalgues à ciel ouvert, en vue de produire de l'éthanol. Le procédé a été développé en partenariat avec Valagro carbone renouvelable Poitou Charente<sup>108</sup>. Ce pilote fonctionne depuis 2009 et a reçu l'appui d'Oséo. [http://www.groupe-seche.com/FR/production-d-energie-verte\\_15.html](http://www.groupe-seche.com/FR/production-d-energie-verte_15.html)

#### Voie thermochimique

Gaya : (sélectionné par l'ADEME en 2011 dans le cadre de l'AMI biocarburants avancés)

Lancé en 2010, ce projet de biogaz (biométhane dont biométhane carburant) de deuxième génération d'un budget de 43 millions d'euros (dont près de 19 millions d'€ de soutien public) doit être concrétisé à Lyon en 2013 *via* un site de recherche et de démonstration industrielle et vise une application industrielle en 2017. GDF Suez pilote le projet en association avec un acteur industriel, l'entreprise autrichienne REPOTEC et de nombreux acteurs de la recherche (l'Union de la coopération forestière française (UCFF), le CEA, le CIRAD, le centre technique du Papier CTP à Grenoble, la FCBA pôle nouveaux matériaux de Grenoble, les laboratoires CNRS (ENSTIMAC-RAPSODEE, ENSIACET-LGC, UCCS), l'université de Nancy : LSGC. <http://www.projetgaya.com/>

BioTfuel : (sélectionné par l'ADEME en 2011 dans le cadre de l'AMI biocarburants avancés)

Le projet lancé au début 2010 prévoit la construction de deux démonstrateurs, le premier sur le site de Sofiprotéol à Compiègne pour la phase de prétraitement de la biomasse, la matière prétraitée est ensuite acheminée vers le second site situé sur une ancienne raffinerie de Total à Dunkerque pour la production du biodiesel et biojetfuel. Le procédé consiste à successivement torrifier, gazéifier puis liquéfier de la biomasse (bois, résidus végétaux). L'originalité porte sur l'adjonction d'hydrocarbures pour stabiliser la production dans le temps. L'objectif de production est de 200 000 litres de biodiesels et de biokérozène en 2020.

Le projet d'un budget de 112,7 millions d'euros bénéficie du soutien de l'ADEME dans le cadre du fonds démonstrateurs de recherche ainsi que de la région Picardie rassemble des industriels : Sofiprotéol, Total, Thyssen-Krupp Uhde et Axens et des organismes de recherche : IFPEN et le CEA. <http://www2.ademe.fr/servlet/doc?id=82653&view=standard>

---

<sup>108</sup> Valagro est une Société Anonyme d'Economie Mixte Locale à laquelle participe la Région Poitou-Charentes. A la fois laboratoire de recherche et de développement, plate-forme de transfert technologique et centre d'expertise technique, Valagro travaille à substituer le carbone fossile par le carbone renouvelable dans les procédés industriels.

### Syndiese :

Ce projet situé entre la Meuse et la Haute-Marne à Bure est basé sur la filière bois. Il se caractérise par l'injection d'hydrogène pour améliorer les rendements de production de biodiesel et de biokérosène. Le démonstrateur pré-industriel construit entre 2012 et 2014 produira 23 000t de carburant pour valider l'ensemble des étapes de la chaîne intégrée Btl à l'horizon 2016, pour ensuite lancer une production industrielle et développer une filière industrielle française à l'horizon 2025.

Le projet doté d'un budget d'environ 220 millions d'€ dont 24 millions pour la phase études est principalement piloté par le CEA et Air liquide, ainsi qu'Alstom en partenariat avec Choren GmbH (qui a fait faillite depuis), Lurgi (filiale d'Air liquide), GTL F1<sup>109</sup>, et plus récemment Air France. A ce titre, la compagnie aérienne nationale utilisera 10 % de la production en 2014 pour tester le jetfuel sur ses appareils. Le projet est accompagné par les GIP Meuse et Haute-Marne avec une participation du Fonds FEDER au titre de la revitalisation du site, suite à la décision gouvernementale d'implanter un site d'enfouissement de déchets nucléaires. Le projet qui génère 200 emplois est piloté par une équipe de 20 personnes depuis les sièges des groupes implantés en Île-de-France. <http://www.cea.fr/energie/biocarburants-de-2eme-generation-le-projet-syn-108933>

### Le projet BTL STRACEL (UPM-Kimene):

Ce projet d'un montant total de 411 millions d'€ vise à produire 100 000t de biocarburants par an à partir de 1 million de tonnes de bois par voie thermo-chimique. Porté par l'ancien propriétaire du site en reconversion à Strasbourg, le papetier UPM-Kimene, le site devrait entrer en fonction en 2015 après avoir reçu un financement européen à hauteur de 170 millions d'€ principalement au titre d'une technologie unique dans le monde mise en œuvre à l'échelle industrielle. Il génèrera 67 emplois directs et 14 emplois indirects. La question de la mobilisation de la ressource et de la logistique d'approvisionnement est cruciale pour un projet de cette ampleur à tel point que les 600 000t de bois qui restent à trouver devront être fournis par les régions voisines en allant jusqu'en Bourgogne ou dans le Nord – Pas-de-Calais. La décision définitive de poursuivre le projet BTL sera annoncée par UPM Kimene en 2014.

Par ailleurs l'IFPEN et Renault participent au projet de démonstration Optifuel mené par Volkswagen, avec un démonstrateur thermo-chimique Choren installé à Fribourg en Allemagne.

### Autres projets :

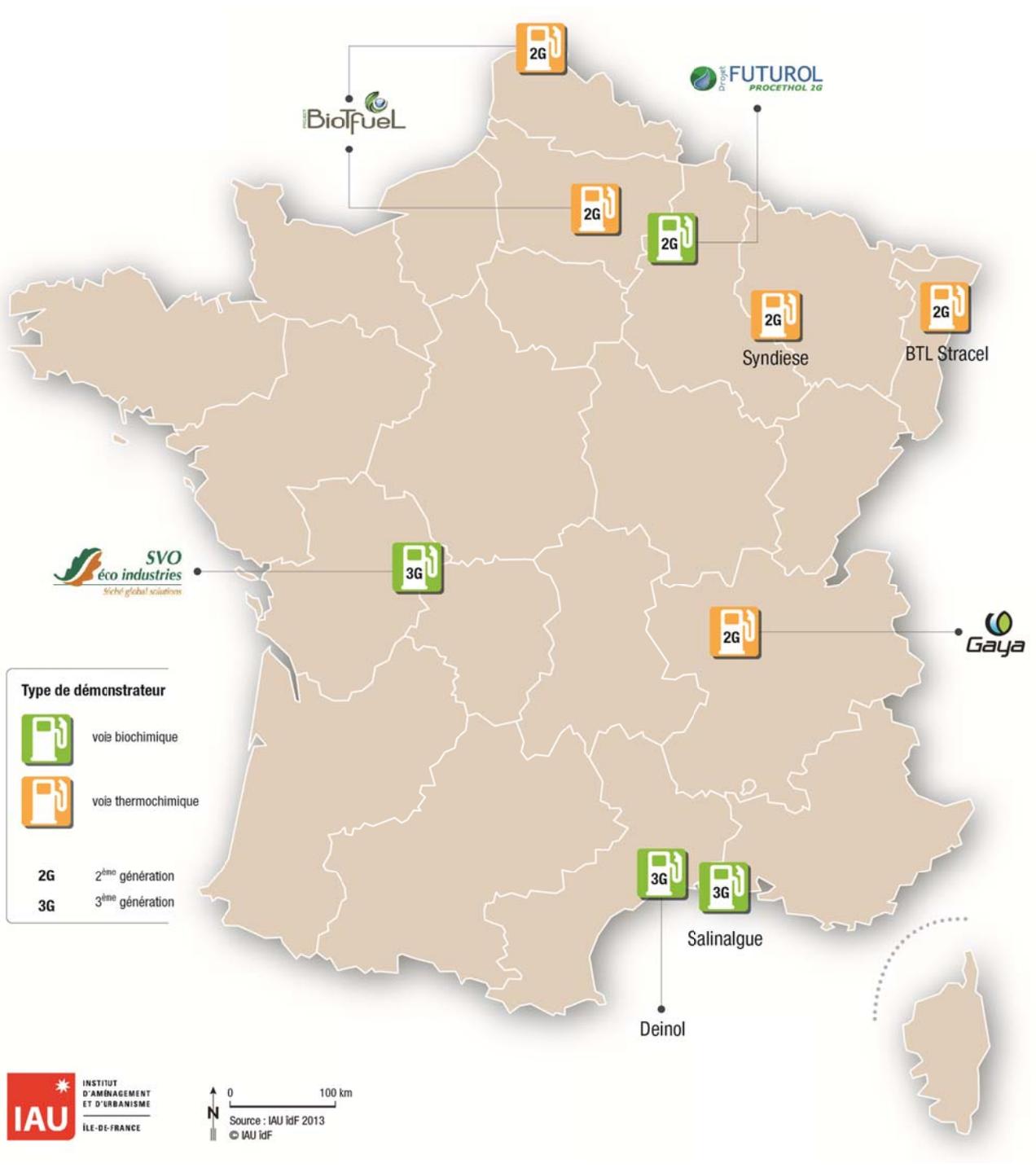
#### Biométhane carburant LILLESEQUEDIN :

En 2007, Lille métropole a mis en place un centre de valorisation organique qui génère du biogaz. Celui-ci est injecté dans le réseau depuis 2011 pour un volume annuel de 4,1 millions m<sup>3</sup> par an. C'est ce que consomment 100 bus de l'agglomération qui roulent au biogaz, le choix de l'injection étant dicté à la fois pour des questions de stockage et par l'attrait du tarif d'achat du gaz injecté.

---

<sup>109</sup> GTL.F1, est un spécialiste du Syngas (gaz de synthèse) issu d'une joint-venture entre Statoil (Norvège), PetroSA (Afrique du Sud) et Lurgi.

Carte 14. Les démonstrateurs de biocarburants de 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> génération



### 3.7 - Des dispositifs de soutien de moins en moins favorables

Première mesure incitative, les obligations européennes d'incorporation de biocarburants dans les carburants distribués se présentent sous forme de taux à respecter au niveau de chaque État membre.

Comme nous l'avons présenté en introduction de cette étude, le taux d'incorporation visé par l'UE pour 2010 était de 5,75 % pour atteindre 10 % en 2020 et au niveau français de 7 % puis 10 % à ces mêmes échéances.

Cependant la France a revu à la baisse ses ambitions concernant les biocarburants de première génération en plafonnant l'objectif 2020 à 7 %, taux non encore atteint en 2012 avec 6,83 % réalisé. Du côté de l'UE, de nouvelles dispositions pourraient ramener le taux prévu en 2020 de 10 % à 6 % la part maximale des carburants de première génération dans la consommation finale d'énergie dans les transports.

Des aides ont été mises en place tant au niveau européen que français pour favoriser l'atteinte de ces objectifs.

UE :

- Dans le cadre de la PAC des aides européennes aux cultivateurs de cultures énergétiques à hauteur de 45€ par hectare (hors jachère), effectives entre 2007 et 2010 et supprimées en 2010.

France :

- Exonération partielle de TIC qui régresse fortement à partir de 2014 et est vouée à disparaître en 2016.
- Des pénalités pour les distributeurs qui n'atteignent pas les objectifs d'incorporation au titre de la Taxe Générale sur les Activités Polluantes (TGAP).
- Mesures favorisant le développement du parc automobile « Flex-fuel » pouvant utiliser le carburant E85. Exonération partielle de taxe sur les certificats d'immatriculation et abattement de 40 % sur le décompte du taux d'émission de CO<sub>2</sub> des véhicules.

**Tab. 42. Évolution des taux de défiscalisation des biocarburants en France (réduction en euros par hectolitre)**

€/hl	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014*	2015*
ETBE	33	27	21	18	14	14	14		
Ethanol	33	27	21	18	14	14	14	8,25	7
Biodiesel	25	22	15	11	8	8	8		
EEHV	30	27	21	18	14	14	14	8,25	7
EMHA et EMHU	25	22	15	11	8	8	8	4,5	3
Biogazole de synthèse	25	22	15	11	8	8	8	4,5	3

Source : ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie (MEDDE), \*projet de loi de finance 2014 art 34.

**Fig. 67. Les exonérations fiscales sur les biocarburants sont vouées à disparaître dès 2016**



Photo © Prolea, www.bioenergie-promotion.fr

### 3.8 - Le marché : l'UE importatrice malgré un outil de production sous-utilisé

En 2011, selon l'OCDE, la consommation mondiale de biocarburants peut être estimée à 130 milliards de litres dont 83 % (107 milliards) sous forme d'éthanol. Le marché des biocarburants n'est en rien local, au contraire il fait l'objet d'importants flux d'échanges internationaux. En 2011, l'Union européenne a ainsi importé près de 21 % de sa consommation de biocarburants soit plus de 4,5 milliards de litres. En 2011 la Commission européenne a mis en place un système de critères de durabilité des biocarburants dont un des aspects est qu'ils doivent conduire à une baisse d'au moins 35 % des émissions de gaz à effet de serre sur l'ensemble de leur cycle de vie par rapport à un carburant conventionnel fossile. Ces critères permettent accessoirement de lutter contre un dumping environnemental de certains pays se positionnant sur ce marché (Argentine, Indonésie, Malaisie...).

**Tab. 43 - Production et consommation de biocarburant en 2011 en millions de litres**

année 2011	Biodiesel consommé	Biodiesel produit	Biodiesel solde (est.)	Bioéthanol consommé	Bioéthanol produit	Bioéthanol solde (est.)
USA	2 323	2 961	638	52 811	51 142	-1 669
Brésil	2 470	2 470	0	25 119	28 806	3 687
UE (27)	13 000	10 846 <sup>110</sup>	-2 154	9 311	6 798 <sup>111</sup>	-2 513
Chine			0	8 781	8 821	40
Canada	367	332	-35	2 282	1 771	-511
Argentine	540	2 376	1 836	368	388	20
<b>Monde</b>	<b>22 081</b>	<b>23 579</b>		<b>106 628</b>	<b>105 608</b>	

Source : OCDE

Les USA sont de loin le premier consommateur mondial de biocarburants avec près de 55 milliards de litres, devant le Brésil (28 milliards de litres) et l'UE avec 22 milliards de litres. Ces 3 zones représentent à elles seules 82 % du marché mondial. Cette hiérarchie est respectée en ce qui concerne la production, même si le poids des trois premiers baisse à 80 %. Cependant alors que le Brésil est exportateur net avec un fort excédent, l'UE, et désormais les USA depuis 2010 sont des importateurs nets et accusent un fort déficit. Parmi les pays producteurs, l'Argentine se positionne comme fournisseur net, dégageant ainsi d'importants surplus commerciaux. La Chine est le 4<sup>e</sup> producteur mondial et joue encore un rôle mineur au niveau international puisqu'elle mise essentiellement sur l'autoconsommation, cependant, la très forte croissance de sa flotte automobile pourrait la conduire à devenir un importateur net.

L'Union européenne, troisième producteur et consommateur mondial a pour particularité de consommer plus de biodiesel que d'éthanol, c'est d'ailleurs le premier marché et producteur de biodiesel.

Au sein de l'UE en 2012, Euroserv'ER estime que plus de 14 millions de tonnes équivalent pétrole (tep) de biocarburants ont été consommés. Selon la même source, la répartition entre biodiesel et bioéthanol est encore plus à l'avantage du biodiesel concernant la consommation dans les transports et se renforce avec 79,1 % du total. La part des biocarburants dans la consommation totale de carburants en Europe en 2012 était de 4,7 % (4,5 % en 2011) pour des objectifs européens à 5,75 % en 2010.

La croissance de la consommation de biocarburants se poursuit en Europe mais à un rythme beaucoup plus faible que dans la décennie précédente (+3,1 % entre 2010 et 2011 puis +2,9 % entre 2011 et 2012 contre +41 % entre 2007 et 2008 lors du décollage), Cela tient à deux raisons : d'une part, l'objectif d'incorporation initialement fixé pour 2020 (10 %) correspond à un effort moindre à réaliser sur une période plus longue que celui fixé pour la période 2003-2010 (5,75 %). Par ailleurs, les remises en cause de la durabilité des

<sup>110</sup> Selon l'European Biodiesel Board, la production européenne de biodiesel en 2011 était de 8 607 millions de tonnes

<sup>111</sup> Selon l'Epure (European renewable ethanol) la production de l'UE à 27 était de 4 393 millions de litres en 2011 : <http://www.epure.org/statistics/production-data>

biocarburants, récemment combinées à l'effet de la crise conduisent l'UE et plusieurs de ses membres dont la France à réviser à la baisse leurs objectifs d'incorporation, ce qui correspond à d'autant de signaux négatifs pour la filière.

L'UE songe ainsi à ramener ses objectifs d'incorporation à 6 % pour 2020 et n'a pas renouvelé d'objectif d'incorporation au-delà de 2020. La France a quant à elle décidé en 2011 de limiter le taux d'incorporation à 7 % pour les biocarburants de première génération, la seconde génération aura pour mission de permettre d'atteindre l'objectif de 10 % initialement prévu pour 2020. D'autres pays fortement importateurs ont décidé d'abaisser leur taux d'incorporation pour soulager leur économie.

Parmi les pays européens, l'Allemagne est de loin le premier marché européen et dépasse les 3 Mtep, avec un taux d'incorporation effectif qui dépasse 5,7 %, suivi de la France avec 2,7 Mtep et un taux d'incorporation les plus élevés d'Europe (6,83 %) mais qui restait inférieur à l'objectif des 7 %.

En France comme partout en Europe, le biodiesel domine largement du fait de la structure du parc automobile national, la France est le premier consommateur de biodiesel en Europe.

Au niveau de l'offre, entre 2010 et 2011 (dernier chiffre connu), on observe une baisse de la production européenne de 10 % pour le biodiesel (- 963 KT) et entre 2010 et 2012 une hausse de 13 % pour le bioéthanol (+568 millions de litres).

Ces évolutions masquent de fortes disparités par pays pour le biodiesel avec 6 pays en progression, notamment le Royaume Uni (+73Kt (+50 %)), et 14 pays connaissant une baisse de production, au premier rang desquels la France (-351Kt, -18 %), l'Espagne (-321Kt, -35 %) et l'Italie (-227Kt, -32 %).

C'est aussi le cas pour le bioéthanol entre 2010 et 2012, avec des hausses dont les Pays-Bas (+350 millions de litres (MI) soit +250 %, la France (+14 % et +150 MI), la Belgique (+135 MI, +43 %), mais de fortes baisses comme au Royaume Uni (-153 MI (-48 %)), en Espagne (-90 MI (-19 %))...

**Tab. 44. Production de biocarburants en Europe (derniers chiffres disponibles)**

Pays	Production Bioéthanol carburant en 2012 (évol 2010-2012) (millions de litres)	Production Biodiesel en 2011 (Evolution 2010-2011) (milliers de tonnes)
Allemagne	773 (+12)	2 800 (-61)
France	1 200 (+150)	1 559 (-351)
Pays-Bas	450 (+350)	370 (+2)
Belgique	450 (+135)	435 (+37)
Espagne	381 (-90)	604 (-321)
Royaume-Uni	320 (-153)	218 (+73)
Suède	230 (+25)	225* (-21)
Hongrie	220 (+34)	150 (+1)
Autriche	216 (+21)	226 (-63)
Pologne	212 (+12)	363 (-7)
Italie	150 (+90)	479 (-227)
<b>Total UE</b>	<b>4 393 (+568)</b>	<b>8 607 (-963)</b>

Sources : bioethanol : ePURE 2012 ; biodiesel : European Biodiesel Board (EBB) \*Suède+Danemark

Avec 27,3 % de la production totale de l'Union européenne la France reste le premier producteur de bioéthanol en Europe, devant l'Allemagne et loin devant l'Espagne et le Royaume-Uni, qui représentent les principaux pays producteurs de la zone « UE 27 ». Concernant le biodiesel, la France est seconde derrière l'Allemagne, loin devant l'Espagne, mais elle accuse la forte baisse de production entre 2010 et 2011.

En France comme en Allemagne, la production locale est privilégiée par rapport aux importations, avec notamment pour argument que le caractère durable des carburants importés n'est pas pleinement garanti. Dans d'autres pays européens dont le Royaume-Uni, la politique est par contre de faire jouer le marché et donc de recourir aux importations si elles se justifient économiquement.

Or depuis quelques années comme on l'a vu précédemment, plusieurs pays mondiaux se sont lancés dans la production massive de biocarburants en vue de l'exporter avec un prix inférieur à celui des biocarburants européens. Ceci explique pourquoi la hausse de la consommation européenne n'a qu'en partie été couverte par la hausse de production au sein des pays de l'UE. Celle-ci, dans le cadre de la directive énergies

renouvelables de 2009, a mis en place un système de critères de durabilité qui fait toujours l'objet d'une transposition dans les droits nationaux au sein des pays membres. Cette directive est destinée à rééquilibrer les termes de la concurrence vis-à-vis de produits issus de méthodes de production non durables.

La conséquence en Europe est une inadéquation entre les capacités de production installées et la production réelle dont on peut estimer qu'elle ne représente que 54 % des capacités installées pour le bioéthanol (54,2 % en France) et 36,6 % pour le biodiesel (63,4 % en France)<sup>112</sup>. Cette surcapacité de production couplée avec une réduction des ambitions en matière de biocarburants de première génération a conduit à un frein au développement des investissements, à la concentration des acteurs avec l'éviction des plus petits sites mais aussi la fermeture de deux grands sites représentant une capacité de 385 000t/an.

En France, l'État a accordé des agréments pour accompagner la nécessaire progression de la production nationale<sup>113</sup>. Cette liste représente les établissements agréés à produire du biodiesel pour le marché français, cependant tous ne sont pas actifs et tous ne produisent pas au maximum de leur capacité agréée. Ainsi comme on l'a vu précédemment Diester industries a fermé 2 sites en 2013 : 1 à Cappelle-la-Grande à côté de Dunkerque et 1 des deux unités de Venette (Oise) et reconverti l'unité d'estérification de Novance à Venette en une unité de production d'EMHA/EMHU (ester méthylique d'huiles animales et usagées). Les agréments ont été renouvelés pour la période 2013-2015 suivant une procédure d'appel d'offres.

- La filière **biodiesel** a reçu en 2010 un agrément pour la production de 3 millions de tonnes. On compte 22 unités de production localisées en France bénéficiant d'un agrément en 2013.

**Tab. 45. Liste des sites ayant reçu un agrément pour la production d'EMHV, EMHA, EEHV et biogazole de synthèse**

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
ADM Mainz / Allemagne	x	x	x	x	x	x	x	x	x
AIRAS 4 SARIA Montoir (EMHV / EMHA)				x	x	x	x	x	x
BIOCAR Fos sur Mer			x	x	x	x	x	x	x
BIONERVAL SARIA Lisieux (EMHV / EMHA)		x	x	x	x	x	x		
BIONET EUROPA Tarragone / Espagne	x	x	x	x	x	x	x	x	x
CARGILL Francfort / Allemagne	x	x	x	x	x	x	x		
CENTRE OUEST CEREALES Chalandray		x	x	x	x	x	x	x	x
COGNIS Boussens	x	x	x	x	x	x	x	x	x
DIESTER Sète 1 et 2	x	x	x	x	x	x	x	x	x
DIESTER Saint Nazaire-Montoir	x	x	x	x	x	x	x		
DIESTER Nogent Le Mériot	x	x	x	x	x	x	x		
DIESTER Venette 1 et 2	x	x	x	x	x	x	x		
DIESTER Grand-Couronne 1 et 2	x	x	x	x	x	x	x	x	x
DIESTER coudekerque		x	x	x	x	x	x	x	x
DIESTER bordeaux		x	x	x	x	x	x	x	x
DP LUBRIFICANTI Aprilia / Italie	x	x	x	x	x	x	x	x	x
FOX PETROLI Vasto / Italie	x	x	x	x	x	x	x	x	x
INEOS Baleycourt	x	x	x	x	x	x	x	x	x
MANNHEIM BIOFUEL Mannheim / Allemagne	x	x	x	x	x	x	x	x	
NEOCHIM Feluy / Belgique	x	x	x	x	x	x			
NORD ESTER Dunkerque (EMHV / EMHA)		x	x	x	x	x	x		
NOVAOL Livourne / Italie	x	x	x	x	x	x	x	x	x
RVM ECO MOTION Sternberg / Allemagne	x	x	x	x	x	x	x		
OLEON NV Ertvelde / Belgique	x	x	x	x	x	x	x	x	x
PROGILOR BOUVART Charny sur Meuse (EMHA)			x	x	x	x	x	x	
SARP INDUSTRIE Limay		x	x	x	x	x	x		
SCA PETROLES ET DERIVES Cornille (EMHA)				x	x	x	x	x	x
SICA ATLANTIQUE La Rochelle (EEHV)		x	x	x	x	x	x	x	x
TOTAL Dunkerque (biogazole de synthèse)		x	x	x	x	x	x	x	x

Source : Douanes

- la filière **bioéthanol** a bénéficié en 2010 d'un agrément français pour une capacité de production de 867 000 tonnes, soit plus d'1,1 milliard de litres. La filière totalise 18 unités de production bénéficiant d'un agrément pour 2013 dont 17 en activité, le site BCE de Provins a cessé son activité, celui de Souppes/Loing n'a plus d'agrément au-delà de 2013. On compte aussi 3 unités de production d'ETBE ayant reçu un agrément pour 2014.

<sup>112</sup> Source European Biodiesel Board (<http://www.ebb-eu.org/stats.php>)

<sup>113</sup> Source : « Avis d'appel à candidatures DGPAAT- 2012-085 Agréments d'unités de production de biocarburants pour des quantités à mettre à la consommation sur le territoire français et donnant lieu à exonération partielle de la taxe intérieure de consommation applicable en France », Ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt, 2012.

Tab. 46. Liste des sites ayant reçu un agrément pour la production de bioéthanol

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
AB BIOENERGY Lacq	x	x	x	x	x	x	x	x	
BCE Provins	x	x	x	x	x	x	x	x	x
BENP Lillebonne	x	x	x	x	x	x	x	x	x
BENP Origny	x	x	x						
BOURDON Clermont Ferrand	x	x	x	x					
CRISTAL UNION Bethenville	x	x	x	x	x	x	x	x	x
CRISTAL UNION Arcis	x	x	x	x	x	x	x	x	x
CRISTAL UNION Bazancourt	x	x	x	x	x	x	x	x	
DEULEP Saint Gilles du Gard	x	x	x	x	x	x	x	x	x
ROQUETTE Beinhelm		x	x	x	x	x	x	x	
SEDALCOL Nesles	x	x	x	x	x				
SMBE SOUFFLET Le Mériot		x	x	x	x	x	x	x	
ST LOUIS SUCRE Eppeville	x	x	x	x	x	x	x	x	x
SVI Toury	x	x	x	x	x	x	x	x	x
SVI Ste Emilie	x	x	x	x	x	x	x	x	x
TEREOS Origny	x	x	x	x	x	x	x	x	x
TEREOS Bucy	x	x	x	x	x	x	x	x	x
TEREOS Arthenay	x	x	x	x	x	x	x	x	x
TEREOS Morains le Petit				x	x	x	x	x	x
DRC Morains le Petit	x	x	x						
TEREOS Lillers		x	x	x	x	x	x	x	x
SDHF Lillers	x	x	x	x	x				
VALLÉE DU LOING Souppes	x	x	x	x	x	x	x		

Source : Douanes

Les listes ci-dessus permettent de constater que l'aire de production du bioéthanol est largement concentrée au nord de la Loire (80 % de la production française) qui correspond aussi à la zone de production des betteraves et des céréales ainsi que du maïs. Il s'agit pour ces sites de profiter des installations existantes jusqu'à leur saturation, les sites plus récents (Lacq ou Lillebonne) pouvant suivre une logique différente à l'interface entre les zones de production et les raffineries de pétrole.

Les sites de production de biodiesel sont aussi très focalisés sur le nord, mais un peu plus répartis dans le territoire, en lien avec les cultures d'oléagineux (principalement colza et tournesol) mais aussi de plus en plus avec les ressources non végétales (huiles usagées, déchets des IAA), soit dans les zones d'élevage, soit proche des grands bassins de consommation et donc de production de déchets. La filière privilégie les sites de grand volume regroupant sur un même site les unités de trituration, de raffinage et d'estérification à l'interface entre zone de disponibilité ou production de la ressource, raffineries et zones de consommation. La proximité d'une voie d'eau (port ou fleuve) est souvent recherchée pour rassembler et acheminer la matière première pondéreuse.

Fig. 71. Les sites de production de biocarburants ont une empreinte physique et visuelle forte et sont soumis à la réglementation des établissements classés ICPE.



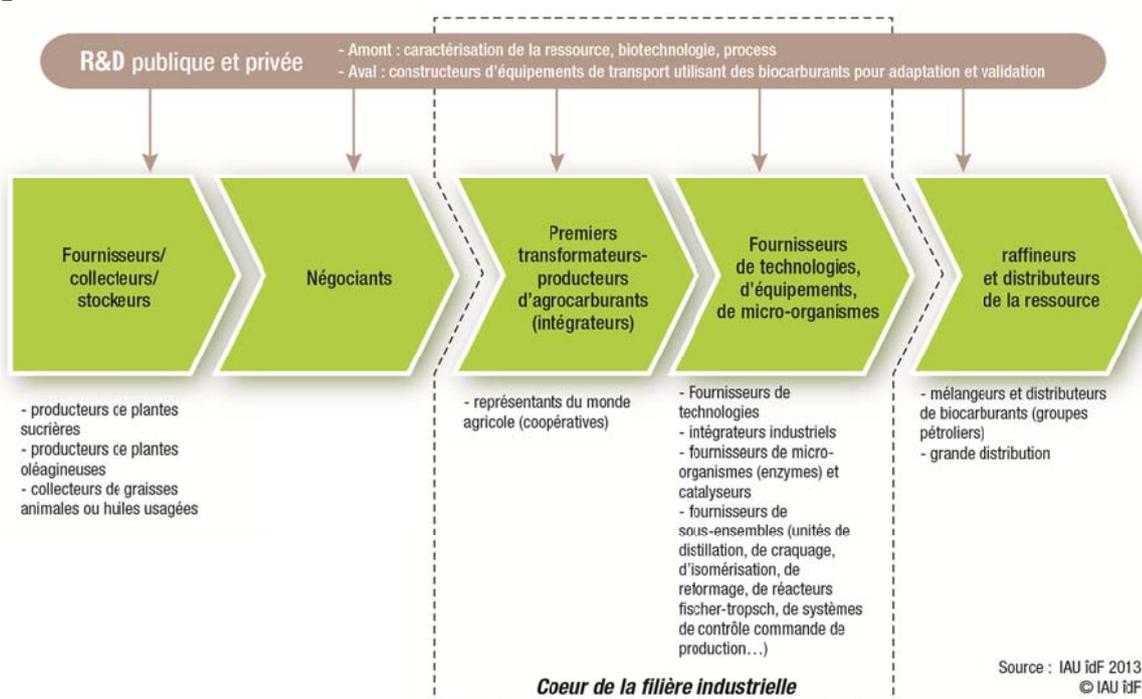
Photo Usine de production d'éthanol Tereos, agglomération de Rouen, Crédit : © Laurent Mignaux/METL-MEDDE

### 3.9 - La chaîne de valeur et les jeux d'acteurs : producteurs et gestionnaires de la ressource biomasse au cœur

Contrairement à l'industrie pétrolière très monopolistique en France, plusieurs acteurs interviennent au long de la chaîne de valeur des biocarburants. Par ailleurs, il existe, comme on l'a vu, deux grandes familles de biocarburants (bioéthanol et biodiesel) qui font appel à des acteurs et technologies différents.

On peut ainsi illustrer la chaîne de valeur de première génération d'amont en aval :

Fig. 72. La chaîne de valeur de la filière biocarburants



#### ❶ Les fournisseurs de matière première et premiers transformateurs intégrateurs : de la ressource à sa transformation en carburant

Les producteurs de la ressource biomasse (coopératives agricoles, groupes sucriers pour les biocarburants de 1<sup>re</sup> génération, puis collecteurs et gestionnaires de déchets et résidus pour les biocarburants de 2<sup>e</sup> génération) sont au cœur de la filière des biocarburants. Ils maîtrisent les maillons essentiels de la chaîne de valeur, de la production des plantes (ou la gestion des déchets) à celle de leur transformation en biocarburants. Au sein de la filière biocarburants de première génération, les pétroliers sont relativement marginalisés puisqu'ils se contentent de jouer le rôle de mélangeurs et de distributeurs aux côtés de la grande distribution.

#### Les agriculteurs :

Les agriculteurs producteurs d'oléagineux ou de plantes à réserve amidonnée (céréales), soutenus par les politiques, ont investi le marché des biocarburants en s'appuyant d'abord sur l'existence de jachères rendues obligatoires par la politique agricole commune (PAC) de l'Union européenne (UE) et des aides mises en place pour les cultures énergétiques sur jachères (voir p22). Ce nouveau marché a permis d'augmenter leurs revenus par différents effets :

- augmentation substantielle des surfaces cultivées (oléagineux notamment) sans impact notable sur les autres cultures et les exportations ;
- nouveau débouché vers un marché porteur avec une contractualisation à l'année voire pluriannuelle avec les producteurs de biocarburants qui sécurise une partie de leurs revenus et garantit un niveau de prix supérieur à ce qu'il était lorsqu'ils ne dépendaient que du seul marché alimentaire,
- production de coproduits qui viennent se substituer aux importations de tourteaux de soja à destination de l'alimentation animale.

L'arrivée de la seconde génération constitue pour eux une occasion supplémentaire d'augmenter leurs revenus en offrant un nouveau débouché aux parties non alimentaires de plantes pour lesquelles il existe déjà en partie une valorisation.

### Les premiers transformateurs et producteurs de biocarburants

Les acteurs industriels des biocarburants de première génération se distinguent selon les produits et les technologies en œuvre.

- Les producteurs de **biodiesel** sont originellement issus du monde agricole, producteurs de plantes oléagineuses. Ils sont rassemblés en une puissante association professionnelle : Prolea qui s'est structurée en 5 organismes dont Sofiproteol l'organe financier et industriel et le CETIOM, son organe de recherche. Sofiproteol a notamment pour rôle de structurer la filière biocarburants et a donné naissance au principal producteur français : Diester Industrie, qui assure plus de 70 % de la production française à côté de 7 autres acteurs d'envergure régionale, est aussi le principal producteur européen qui est de loin le premier marché mondial (cf 3-7, tab 42 et 43). On compte aussi de nouveaux entrants issus du monde des traitements de déchets qui travaillent à partir d'huiles usagées (Sarp industrie du groupe Veolia est le principal acteur) ou des industries agroalimentaires à partir de graisses animales (Saria industrie est le premier acteur de cette catégorie).

La société financière représentant les agriculteurs producteurs d'oléagineux, Sofiprotéol avec sa filiale Diester Industrie, a dominé la filière biodiesel française avec 78 % des agréments accordés en 2009 sur 7 sites en France auxquels s'ajoutent 6 autres sites en Europe.

Grâce à cette forte domination, Sofiproteol et Diester industrie ont pu imposer des conditions avantageuses aux industriels du pétrole contraints par la TGAP à leur acheter leur production pour la mélanger à leur propre production de carburants fossiles.

La société a conservé cette domination jusqu'en 2010 date à partir de laquelle sont apparus, grâce à la méthode du double comptage dans le taux d'incorporation introduite par l'UE, de nouveaux acteurs produisant du biodiesel à partir de résidus (graisses animales ou huiles alimentaires usagées).

Par ailleurs, les importations d'huiles végétales ont fortement progressé à cette date.

Profitant de la règle du double comptage, les nouveaux arrivants ont importé d'importantes quantités de graisses animales pour alimenter leurs usines, ce qui a poussé le gouvernement à plafonner la règle du double compte en 2012 à 0,35 % de la consommation de gazole soit l'équivalent de 125 000 T. La révision à la baisse des objectifs français puis européens d'incorporation à l'horizon 2020 couplée à cette nouvelle concurrence a conduit le principal producteur (Diester Industries) à réduire ses capacités de production françaises en 2013 à hauteur de 350 000 T/an, en fermant un site près de Dunkerque et en convertissant un autre à la transformation de graisses et huiles usagées en biodiesel.

En 2012, Diester Industries représente toujours les trois quarts de la production française de biodiesel produit à partir de végétaux (EMHV) avec 1,65 million de tonnes sur les 2,2 millions de tonnes produits sur le sol français et plus de 70 % du total des biodiesels tous types confondus<sup>114</sup>.

Les producteurs de biodiesel se lancent activement dans la recherche vers la seconde génération en s'associant aux programmes de recherche financés par l'ANR : le principal programme auquel participent les producteurs de biodiesel, en l'occurrence Sofiproteol, est le projet BioTfuel (voir 3-6 p154)

- Les producteurs de **bioéthanol** sont aussi issus du monde des industries agroalimentaires transformatrices de plantes sucrières. Les acteurs de cette filière sont plus nombreux avec une filière plus fragmentée, cependant dominée par trois puissantes coopératives en France : les groupes Tereos, Cristal Union et dans une moindre mesure Saint-Louis Sucres. Tereos produit 1,1 million m<sup>3</sup> de bioéthanol dont 500 000 en France, au sein de 9 sites en Europe (dont 6 en France) et 6 au Brésil. Cristal Union dispose du plus grand site de production européen à Arcy-sur-Aube avec une capacité de production annuelle de 3,5 millions d'hectolitres. Saint-Louis Sucres du groupe allemand Südzucker a un site à Hepperville. Les autres acteurs sont Abengoa

---

<sup>114</sup> La production française d'EMHA et EMHU est de l'ordre de 125 000 T en 2012.

bioénergies à Lacq, le groupe Roquette à Beinheim (68), Ryssen à Strasbourg, Dislaub à Buchère (10), Sucrierie Distillerie Ouvré et fils à Souppes/Loing (77)...

Comme on l'a vu précédemment, le segment du bioéthanol est plus concurrentiel que celui du biodiesel car de dimension mondiale, avec aussi un plus grand nombre de producteurs en France.

Face à la très forte concurrence internationale, les acteurs ont obtenu de l'UE une réglementation destinée à renforcer la durabilité des produits écoulés sur le marché européen, avec à la clé une certification délivrée aux producteurs et importateurs.

Par ailleurs, pour profiter de marchés émergents et en forte croissance, les producteurs européens se sont internationalisés, d'abord au niveau du continent puis ailleurs dans le monde, en particulier au Brésil, qui bénéficie de conditions très attractives.

Tout comme le biodiesel, les producteurs de bioéthanol sont dans l'expectative sur le marché européen et ralentissent leurs investissements productifs. Ils s'investissent par contre dans la R&D en cherchant à accroître leur rentabilité par l'optimisation des processus de production de première génération, et en allant vers la seconde génération à l'image de Tereos qui participe à 3 programmes de recherche : FUTUROL qui a donné lieu à la réalisation d'une usine pilote sur le site de Pomacle, Biocore dans le cadre du 7<sup>e</sup> PCRD européen, et Probio3.

Ces acteurs sont des intégrateurs qui font ensuite appel à des sociétés d'ingénierie spécialisées pour la mise en œuvre de leurs projets industriels.

### ② Les fournisseurs de technologies, d'équipements et de produits réactifs

Comme pour les autres familles des bioénergies, **des sociétés d'ingénierie** proposent leur expertise en matière de conception, de choix technologiques et solutions techniques.

Parmi les principaux acteurs de ce segment figurent Axens (IFP) et UOP (groupe Honeywell) dont les procédés de raffinage et de pétrochimie sont vendus sous licence aux groupes pétroliers. Ces sociétés font soit appel à des spécialistes des levures et autres catalyseurs, soit sélectionnent en interne les meilleurs candidats qu'ils intègrent à leur procédé.

Ces acteurs mandatent des **intégrateurs clé en main** pour la plupart bureaux d'études technologiques, dont le nombre est relativement restreint au niveau mondial. Parmi les principaux acteurs on peut citer outre les français Technip et Heurtey-Petrochem, l'italien Saipem du groupe pétrolier ENI, les américains KBR, Foster Wheeler et UOP (groupe Honeywell), l'américano-néerlandais CB&I, à côté de leurs concurrents chinois et sud-coréens très présents au niveau mondial.

Ces intégrateurs font appel à de nombreux sous-traitants et **fournisseurs de sous-ensembles**. Pour les sites de première génération la lecture des deux schémas (fig 61 et 62 p147-148) montre l'importance des fournisseurs de technologies de presse, de séparation (centrifugeuses, décanteurs...), de systèmes de filtration, d'hydrolyseurs, d'évaporateurs, de fermentateurs (ou bioréacteurs), de distillateurs, qui sont des équipements incorporant des produits issus de la chaudronnerie : cuves, tuyauterie, des pompes, des mélangeurs, ainsi que des équipements et systèmes électroniques (capteurs, mesure) et de contrôle commande de production. S'ajoutent à cette liste les fournisseurs d'enzymes et autres produits catalyseurs. Nombre de ces acteurs sont déjà présents sur les autres marchés des bioénergies, en particulier le biogaz...

### ③ Les mélangeurs et distributeurs

Le marché français de la distribution de carburants est de l'ordre de 46 Mt dont 10 Mt pour l'essence et est détenu à 63 % par la grande distribution, les quelque 40 % restants sont partagés entre Total (20 % environ) et les autres pétroliers<sup>115</sup>.

Les distributeurs mélangent les biocarburants aux carburants fossiles en respect des règles d'incorporation. Ils achètent les biocarburants aux producteurs sous forme d'appel d'offres auxquels ils versent une prime à la tonne. La faible concurrence mondiale pour l'offre de biodiesel conduit à une prime de l'ordre de 400 à 500\$ la tonne tandis que pour le bioéthanol où la concurrence est forte au niveau mondial, la prime des producteurs se négocie autour de 100 à 200 \$ la tonne.

---

<sup>115</sup> Source UFIP, Union Française des industries pétrolières

- Les groupes pétroliers (Total, Shell, BP...) produisent aussi de l'ETBE fabriqué à partir d'éthanol mélangé à de l'isobutylène. Ces produits sont distribués à travers leur réseau de pompes à essence.
- La grande distribution (Leclerc, Carrefour, Géant, Supermarchés U, Les mousquetaires...) mélange et distribue ces carburants au sein de ses propres réseaux des biocarburants (41 % de stations en France).

Selon Total on ne peut imaginer se passer des énergies fossiles dans les transports, le pétrolier estime qu'à l'horizon 2030-2035 les énergies fossiles représenteront encore de l'ordre de 75 % du mix énergétique, sauf percée importante de l'électricité.

Sous l'effet des critiques émises à leur sujet sur le plan environnemental, de la réduction des incitations et aides publiques qui s'en sont suivies, la filière industrielle de première génération est en suspens, avec l'arrêt des constructions de nouvelles unités de production. On a même assisté à la fermeture de sites (voir plus haut) du fait d'une surcapacité des installations en France en partie du fait de l'émergence de sites de production de biodiesels à partir d'huiles alimentaires usagées ou de graisses animales.

L'avenir de la filière, notamment dans sa dimension industrielle, passe par les seconde et troisième générations qui ne verront pas le jour avant 2020 pour la première et 2030 pour la seconde, du moins à une échelle industrielle (cf chap 3-4).

### La seconde génération

La **seconde génération de bioéthanol** dit bioéthanol cellulosique utilisera largement les mêmes procédés que précédemment, les sites de production de première génération pourront être réutilisés pour la seconde génération<sup>116</sup>.

Quant à la filière **biodiesel de 2<sup>e</sup> génération**, lorsque cette filière se développera, les technologies à l'œuvre seront assez proches de celles mises en œuvre par l'industrie pétrolière, pour la voie thermochimique. Ce sont donc logiquement les acteurs présents sur ce secteur qui en profiteront, à commencer en France par les leaders d'envergure mondiale Axens filiale de l'IFPEN pour la fourniture de technologies et de catalyseurs, Technip (conception industrielle d'ensembles clé en main), Air liquide pour les systèmes de purification des gaz (à travers sa filiale Lurgi) ou pour la fourniture de réacteurs Fischer-Tropsch (à travers sa filiale GTL f1) et ses technologies de gazification.

Enfin Total, qui produit déjà de l'ETBE de première génération qu'il mélange avec du bioéthanol et incorpore à ses propres carburants fossiles, devrait être un des acteurs majeurs de la voie thermochimique pour la production de biocarburants de seconde génération qui correspond déjà à son cœur de métier. Cela lui permettra de renforcer sa position au sein de la chaîne de valeur de la filière biocarburant en devenant intégrateur. À ce titre, le groupe mène une collaboration active avec la start-up californienne Amyris dont il détient environ 18 % du capital et avec laquelle il a créé une joint-venture pour les biocarburants de seconde génération. Total est à ce titre très impliqué dans les programmes de recherche et de démonstration : Futurool pour l'éthanol et BioTfuel pour le biodiesel (voir 3-6 p153 et 154)

L'arrivée des carburants de seconde génération permet aussi aux acteurs de la filière bois ou de la pâte à papier de se positionner. Cette seconde génération est aussi fortement investie par des sociétés de biotechnologie qui deviennent essentielles pour la voie biochimique. L'activité de ces start-up innovantes impliquées dans des développements de pilotes industriels comme Deinove, Global Bionénergies ou Biométhodes consiste à proposer des technologies basées sur le vivant permettant une digestion accélérée et économique de la lignocellulose de la plante afin de produire des biocarburants.

---

<sup>116</sup> « ...une fois les procédés industriels mis au point (extraction de sucres de la cellulose), **les usines de première génération de bioéthanol seront utilisées pour la production de bioéthanol de deuxième génération**. La deuxième génération s'inscrit dans la continuité de la première qui continue à s'améliorer et aura encore toute sa place. » source : « Biocarburants : Une contribution au débat sur les énergies renouvelables » Epure.org.

#### ④ Les acteurs de la recherche et développement

La R&D consacrée aux biocarburants porte en amont sur la ressource, sa mobilisation et ses caractéristiques, ainsi que sur son impact environnemental et sur les pratiques culturelles globales, avec notamment des analyses de cycle de vie (ACV) permettant de déterminer l'impact en termes d'émissions de CO<sub>2</sub>. Ce type de recherche est principalement mené par les laboratoires publics du CNRS, de l'INRA et du CEA.

Les recherches portant sur les procédés de production sont principalement menées par les groupes industriels (pétroliers et producteurs de biocarburants, producteurs et gestionnaires de la ressource), des entreprises de biotechnologies ou entreprises spécialistes des produits catalyseurs, en partenariat avec le monde académique (en premier lieu l'IFPEN), principalement au sein de grands projets financés en partie par des fonds publics national et européen.

Enfin, la dernière grande famille de recherche sur les biocarburants, qui s'apparente plus à du développement, porte sur la validation de leur compatibilité et leur homologation pour les moteurs existants et à préparer les moteurs à venir. A ce niveau on trouve les constructeurs automobiles, les constructeurs d'avions, des compagnies aériennes, les constructeurs de matériel ferroviaire et de navires et leurs fournisseurs de systèmes de propulsion qui collaborent avec les acteurs publics (principalement ONERA et IFPEN en France). La contrainte pour les avionneurs est la plus forte, sachant que les aspects sécuritaires sont essentiels. Pour les avionneurs ces biocarburants doivent fournir les mêmes caractéristiques calorifiques que les jet-fuel fossiles, tout en offrant les mêmes garanties de tenue en condition extrême de température et de pression en particulier quant à leur viscosité. Parmi les autres spécifications demandées aux biojetfuel figurait leur parfaite miscibilité avec les carburants existants et la possibilité de les incorporer sans importante modification des infrastructures de distribution et de la flotte existante dont la durée de vie (30 à 40 ans) et le coût ne permettent pas d'évolution radicale, mais plutôt de privilégier une approche incrémentale. Les différents tests ont démontré la faisabilité de vols avec ce type de carburant selon un mélange de 50 % avec les carburants fossiles.

### **3.10 - L'emploi de la filière biocarburants en France**

Selon l'ADEME, la filière biocarburant représentait en 2012 de l'ordre de 6 900 emplois<sup>117</sup>, tous relatifs aux services. En effet, l'essentiel des investissements concernant les installations de production de biocarburants de première génération a été réalisé entre 2006 et 2009, il n'y a donc plus d'emploi lié à la construction des unités de production de biocarburants.

De leur côté, les industriels des biocarburants revendiquent la création de 5 000 emplois directs et indirects dans les domaines agricoles et industriels pour la partie bioéthanol<sup>118</sup> et pour la partie biodiesel<sup>119</sup> 30 000 emplois directs, indirects et induits créés ou sauvegardés.

Ces emplois incluent la valorisation des coproduits, indispensable pour l'équilibre économique du modèle, sachant que pour certaines technologies la principale valorisation réside dans la chimie à haute valeur ajoutée.

La stagnation de la production depuis 2009 ne permet pas d'envisager de progression significative de l'emploi tant que les projets de biocarburant de seconde génération n'atteindront pas le stade de la production industrielle soit un horizon 2020.

#### **Seconde génération**

Enfin la feuille de route « carburants avancés » de l'ADEME indique que si à l'horizon 2020 on produit 200 ktep de biocarburant de seconde génération au sein des futures bioraffineries en plus des 2 200 ktep actuellement produits en première génération, cela devrait générer 1 200 emplois directs et 4 000 indirects, avec probablement la moitié des effectifs dédiés à la construction des unités de production la première année<sup>120</sup>.

À titre d'exemple, une bioraffinerie sera de la taille d'un site de production de papier qui emploie environ 30 personnes.

---

<sup>117</sup> Source : « Marchés, emplois et enjeu énergétique des activités liées à l'amélioration de l'efficacité énergétique et aux énergies renouvelables : situation 2010-2011 et prévisions 2012 », ADEME novembre 2012.

<sup>118</sup> Source bioéthanol carburant, <http://www.bioethanolcarburant.com>

<sup>119</sup> Source Proléa, <http://www.prolea.com/?id=15556>

<sup>120</sup> Cette seconde partie de la phrase est une estimation de l'auteur en s'appuyant sur les effectifs générés par la mise en place des infrastructures de production du biocarburant de première génération, données ADEME.

## 3.11 - La filière biocarburant francilienne

### 3.11.1 - Éléments statistiques sur la filière francilienne identifiée

Nous avons recensé **91 établissements** en Île-de-France actifs ou s'affichant sur le marché des biocarburants, qui emploient au total près de **9 300 personnes**.

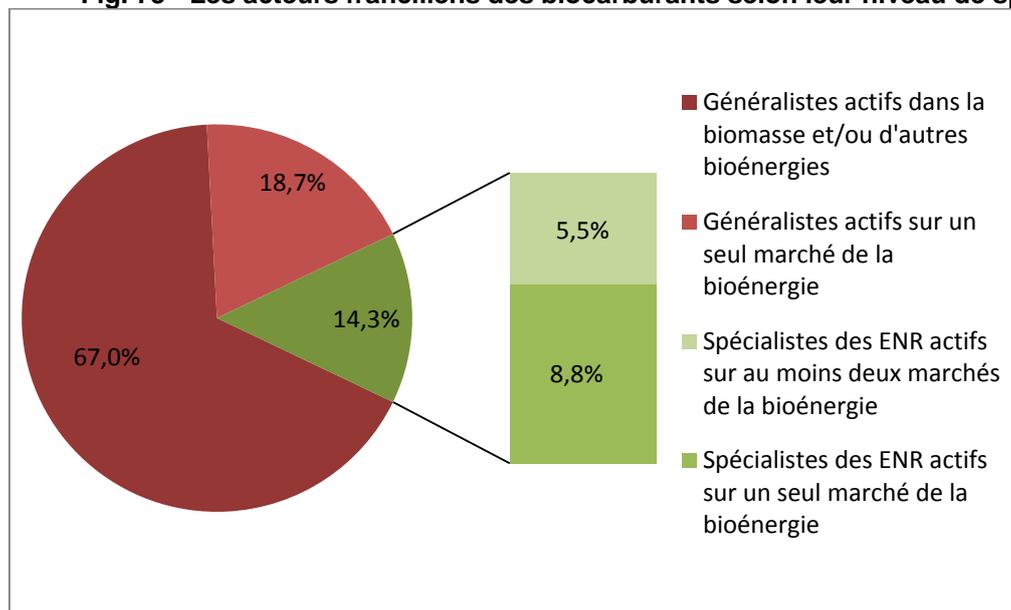
Ces effectifs comme pour les autres bioénergies ne sont pas tous dédiés, loin de là, aux biocarburants et seule une petite fraction est vraisemblablement active sur ce marché.

A ce titre il apparaît que dans notre recensement seuls 13 établissements relèvent d'entreprises spécialisées ou fortement impliquées dans les ENR, dont **8 établissements employant 137 salariés adressent le seul marché des biocarburants parmi les marchés des bioénergies**.

Il s'agit de 3 sociétés de biotechnologies ayant une forte implication dans la recherche sur les biocarburants de 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> génération, ainsi que 5 établissements impliqués dans la collecte, la préparation et la transformation des matières premières en biocarburants.

Les autres acteurs, 78 établissements soit 86 % du total (en rouge et rose dans le graphique ci-dessous) sont des généralistes qui ont développé une activité dans les biocarburants. Ce sont essentiellement les acteurs qui mènent des activités de recherche sur les biocarburants de seconde et troisième génération, des fournisseurs d'équipements et sous-ensembles ou encore des bureaux d'études généralistes. Parmi ces généralistes, une minorité (17) ne ciblent que le marché des biocarburants, il s'agit pour l'essentiel des acteurs du monde pétrolier, des représentants de l'agro-industrie, des industriels des transports automobile et aéronautique menant des activités de R&D sur l'adaptation et l'homologation des nouvelles générations de carburants ou encore de fournisseurs de solutions technologiques et de produits catalyseurs.

**Fig. 73 - Les acteurs franciliens des biocarburants selon leur niveau de spécialisation**



Source : Traitement IAU îdF

### 3.11.2 - L'écosystème industriel : une filière en attente, centrée sur la R&D

L'Île-de-France accueille les sièges des grands groupes pétroliers internationaux qui ont des activités dans les biocarburants, à commencer par le siège monde de Total mais aussi Shell, BP, ENI.... On y retrouve aussi ceux de plusieurs coopératives agricoles productrices de biocarburants comme Tereos. Cependant ces groupes n'ont pas ou très peu d'activité de recherche sur cette thématique au sein de la région capitale.

Axens (filiale de l'IFPEN) est un fournisseur de technologies (bailleur des licences détenues par l'IFPEN) et de catalyseurs, l'entreprise valorise des procédés de craquage pour unités de production de biocarburants à travers une offre de services portant en amont du projet sur la faisabilité technique et en aval sur les services techniques, l'addition et la gestion des produits catalytiques et le contrôle avancé. Axens est un des quelque acteurs mondiaux dans son domaine, Il travaille avec les bureaux d'études technologiques spécialisés dans l'ingénierie pétrochimique pour accompagner le projet avec une offre clé en main.

Quelques entreprises d'ingénierie sont très impliquées dans le domaine pétrolier, le principal est Technip, qui est le leader français en matière d'offre d'unités clé en main d'équipements pétroliers, parapétroliers et chimiques à partir de technologies issues d'Axens ou de son propre portefeuille. On peut aussi citer Heurtey Petrochem à Vincennes et les américains Foster Wheeler à Paris et UOP (groupe Honeywell) à Levallois-Perret.

De nombreux acteurs franciliens déjà cités dans les autres filières de la bioénergie sont en capacité de fournir des sous-ensembles et prestations en vue de construire des unités de production de biocarburants (voir tableau 47 P170).

En bout de chaîne, depuis 2009 se développe une armature de collecte et transformation des huiles usagées en biodiesel avec les site de SARP industries (Véolia) à Limay (78) et le site allo à l'huile d'Oléo recycling (Saria industries) à Etampes (91) pour alimenter un site de production de biodiesel qui vient d'être inauguré au Havre (76).

Cependant, avec un marché national des équipements de production de biocarburants relativement atone, l'essentiel des activités française et francilienne dans le domaine des biocarburants porte sur la recherche et développement dont les principaux acteurs publics et privés sont présentés au chapitre 3-10-3.

**Fig. 74. Technip est un des leaders mondiaux de l'ingénierie construction de sites de production de biocarburants**



Unité de biodiesel de nouvelle génération – Singapour. Photo © Technip.

## Sites de production de biocarburants et cultures énergétiques Île-de-France

L'Île-de-France est une grande région agricole qui se place au centre de grandes régions céréalières ou de cultures (Picardie, Champagne-Ardenne, Centre...). Ces régions abritent une dizaine d'unités de production de biocarburants qui ont reçu un agrément pour plus de 1 000 000 t en 2013.

En Île-de-France on ne compte plus qu'un site de production de biocarburants liquides à Limay dont la production est relativement faible au regard des grandes unités françaises : le site Cristanol de Bazancourt en Champagne-Ardenne (145 000 t par an) ou celui du groupe Soufflet dans l'Aube (80 000 t) :

- Le site de Sarp industrie à Limay (78) produit du biodiesel à partir d'huiles usagées avec une capacité de traitement de 45 000 tonnes par an. Le site du groupe Veolia Propreté transforme depuis 2009, les huiles végétales alimentaires usagées en biocarburant biodiesel conforme à la norme EN 14214, incorporé au gazole pour la réalisation de mélanges. Le site traite en moyenne **20 000 t/an d'huiles** sur un gisement national estimé à 150 000 t dont 30 000 t actuellement traitées. Le procédé de traitement consiste à ramener les huiles à des caractéristiques physico-chimiques permettant d'opérer un procédé conventionnel d'élaboration de biodiesel, identique à celui qui transforme des huiles vierges. Un atout du site, il est situé juste à côté d'une unité de traitement des déchets dangereux du groupe, ce qui lui permet d'utiliser l'énergie de l'incinérateur de ces déchets dangereux pour son processus de traitement des huiles, ce qui réduit ses émissions de gaz à effet de serre de 92 %.

Fig. 75 - Le site de production de biocarburants de SARP industries sur le port de Limay



Crédits photo : IAU idF

Sarp Industries

- Le site de Souppes sur Loing (77) d'Ouvré et Fils a produit entre autres de l'éthanol biocarburant à hauteur de 3 à 5 000 litres par an. Ce site qui emploie 130 personnes travaille à partir de blé dont il traite 75 000 tonnes par an (ce qui représente la culture de 10 000 ha) en produisant aussi de l'alcool alimentaire et des drèches de blé. Ce site n'est cependant plus habilité à produire des biocarburants depuis la fin 2013.

Les agriculteurs franciliens ont bénéficié comme ceux des autres régions de grande culture de l'envolée de la demande de biocarburants. Les cultures non alimentaires destinées à cette industrie y ont accru leur emprise à commencer par le colza qui est de loin la culture industrielle dominante dans notre région avec 38 000 ha en 2007 (derniers chiffres précis disponibles\*) soit 50 % des surfaces de colza cultivées. Ce sont ainsi 120 000 t de colza qui ont été récoltés, principalement en Seine-et-Marne qui abrite à lui seul 60 % des surfaces franciliennes de colza à vocation industrielle.

La seconde culture énergétique est le blé éthanol qui occupe 5 000 hectares de cultures\*, ce qui place la région capitale en 5<sup>e</sup> position derrière la région Centre (32 000ha) et la région Picardie (26 000ha).

Enfin, la betterave sucrière est la troisième grande culture utilisée pour les biocarburants. La surface cultivée représentait 2 300ha en 2007\*. L'Île-de-France se classe en 4<sup>e</sup> position derrière la région Champagne-Ardenne (11 000ha), la Picardie (7 300ha) et le Nord – Pas-de-Calais (3 000ha).

La betterave sucrière est la plante qui offre le meilleur rendement. Par ailleurs avec la baisse des subventions alimentaires pour les cultivateurs de betteraves sucrières, il est probable que ceux-ci cherchent à se tourner plus massivement vers ce nouveau débouché que représentent les biocarburants.

1 tonne de :	Permet d'obtenir :
Betterave sucrière	6 t d'alcool
Blé	2 t d'alcool
Colza	1,4 t d'alcool

En Île-de-France la profession des producteurs d'oléagineux organisée en syndicat a développé des activités de recherche autour du CETIOM (Centre technique interprofessionnel des oléagineux métropolitains) qui dispose de son principal centre de recherche à Thiverval (Yvelines). Ce site travaille pour le compte des producteurs à l'amélioration des rendements et de la qualité des plantes.

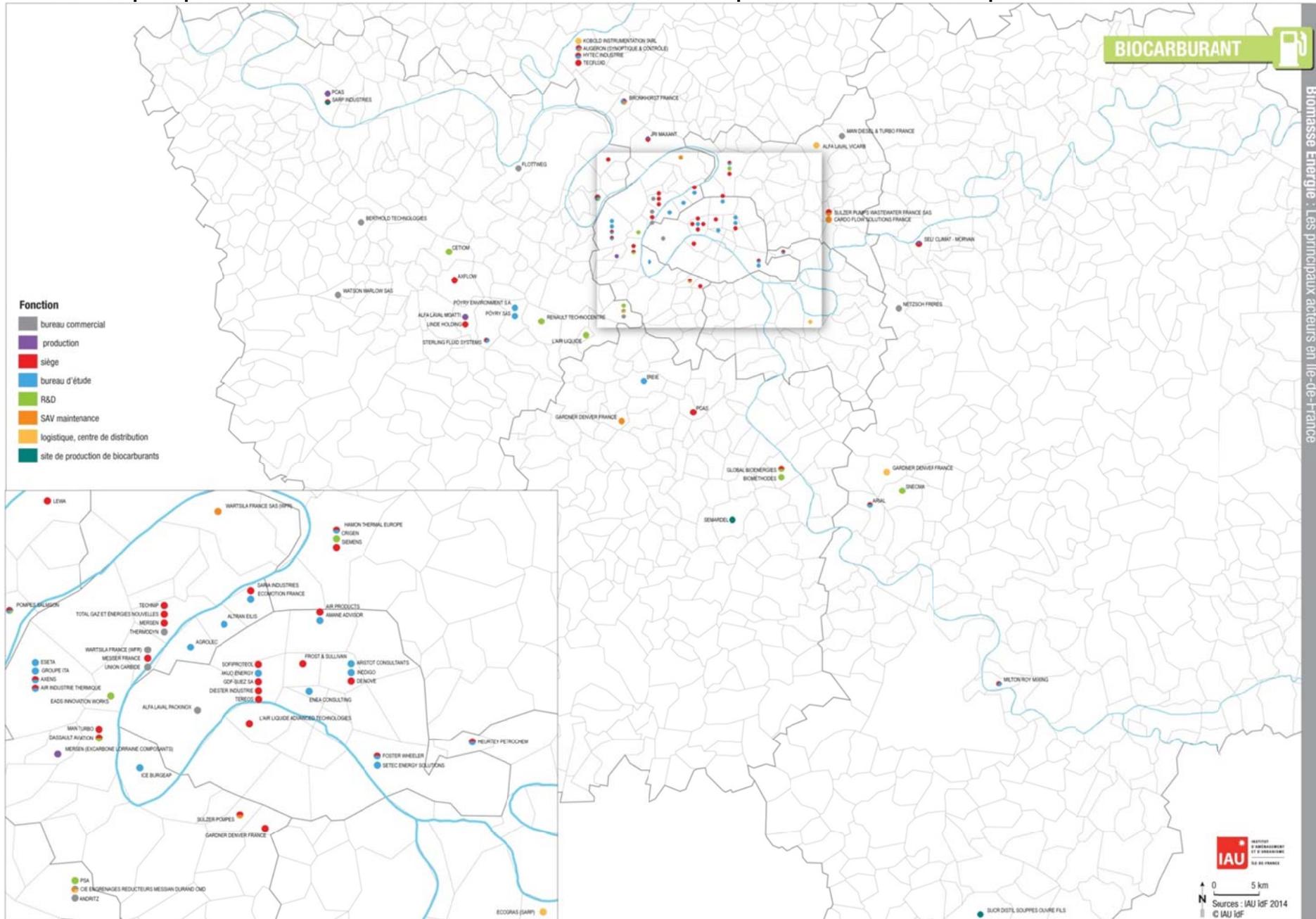
\*Source : AGRESTE Île-de-France n°91 avril 2008, « les cultures énergétiques en Île-de-France en 2007 »

**Tab. 47. Principaux acteurs industriels présents en Île-de-France actifs sur la thématique biocarburants**

Fournisseur de technologie	Société de biotechnologie	Assistance maître ouvrage ou maîtrise d'oeuvre du projet	Intégrateur clé en main non constructeur	Fournisseurs de sous-ensembles mécaniques, électromécaniques, chaudronnerie...	Fournisseurs de sous-ensembles capteurs électroniques	Fournisseurs de systèmes de contrôle commande	Fournisseur d'enzymes et produits catalytiques	collecte huiles usagées et graisses animales (sites de collecte*)	Production de biocarburants (*sites de production)	Industriels menant de la R&D axée utilisation des biocarburants
Axens, Technip, Heurtey petrochem, Ereie (bioGNV),	Biométhodes**, Deinove**, Global bioénergies**,	<u>Technologie</u> Akvo énergy (3G), Agroelec, Altran Eilis, Bertin technolog., Pöyry, Proserpol, Fairtec, Setec energy,  <u>Sol.Traitement effluents indus.</u> Veolia water solutions, Hytec industrie,  <u>Conseil</u> Aristot, Amane advisor, Enea consulting, ICE Burgeap,	Foster Wheeler, Heurtey Petrochem, Technip, UOP,	<u>Echangeurs de chaleur :</u> Air industries thermique, Hamon thermal,  <u>Purification gaz, réacteur Fischer-Tropsch :</u> Air liquide (Lurgi), Man turbo,  <u>Pompes, systèmes de séparation :</u> Alfa laval*, Andritz, Axflow, Cardo Flow solutions, Flottweg, Lewa, FAMA, Gardner Denver, Netzsch frères*, Milton Roy mixing*, Salmson*, Sulzer, Sterling fluid sys.,  <u>Générateurs fonctionnant aux biocarburants</u> MAN Turbo, Wartsilla France,  <u>Autres</u> Self-Climat*,	Berthold techno. Bronkhorst*, Hach Lange, ITT Flight, JRI Maxant*, Kobold instrum. Pneumatex, Tecfluid,	ABB, Alstom, GE, Siemens, Arial (logiciels), Emerson Process management,	Air Products, Axens, Lesaffre*, Linde Gas, Messer, PCAS*, Union Carbide, UOP,	oleo recycling*, Ecogras*	Terreos, Sarp industrie*, Saria industrie, Sucrierie distillerie Ouvré et fils*	PSA Renault EADS Dassault Aviation SNECMA

Source : traitement IAU ÎdF, \*sites de traitement ou de production en Ile-de-France, \*\* entreprises à fort potentiel

Carte 15 - Les principaux acteurs industriels franciliens de la filière biocarburants par fonction. Cette carte est présentée en format A3 en fin d'étude p 205.



### 3.11.3 - Les principaux acteurs de la recherche francilienne

On a vu en première partie, chapitre 5.1 p27 de cette étude, que la recherche publique francilienne dans le domaine des bioénergies se distinguait dans le domaine de la voie thermochimique avec aussi une forte composante transverse portant sur la ressource et sa transformation à travers les biotechnologies.

La recherche francilienne sur les biocarburants montre les mêmes caractéristiques avec, en outre, une forte compétence sur la thématique de la conversion thermochimique, de la ressource, et des compétences uniques sur l'intégration des biocarburants dans les moteurs avec une spécificité encore plus marquée dans les biojetfuels.

Concernant la thématique de la ressource, elle dispose de fortes compétences dans le domaine des pratiques culturales, la microbiologie, la génétique, la génomique et les biotechnologies, avec la présence marquée de l'INRA et du CEA (Genoscope) ainsi que plusieurs start-up biotechnologiques prometteuses qui sont très actives dans la sélection de souches et développent des pilotes préindustriels en France ou à l'étranger.

Dans le domaine des technologies de conversion de la biomasse en biocarburants, l'IFPEN et le CEA sont très impliqués sur la voie thermochimique sur laquelle travaillent aussi nombreux acteurs privés comme Technip, l'Air liquide, GDF-Suez... Tandis que sur la voie biochimique le CNRS et les start-up de biotechnologies sont les plus actifs.

En aval, elle bénéficie d'un écosystème complet et conséquent sur la validation et l'homologation des biocarburants tant dans l'automobile avec l'IFPEN, Renault et PSA que dans l'aéronautique (IFPEN, ONERA, SNECMA, EADS, Dassault aviation et les compagnies aériennes) et en prenant appui sur les deux pôles de compétitivité régionaux, le premier sur l'automobile Mov'Eo, le second dans le domaine aéronautique et spatial (Astech).

**Thématique ressource biomasse : connaissance, caractérisation de la ressource, génomique et génétique (biotechnologies), pratiques culturales, ACV**

#### **Recherche privée :**

Le CETIOM (Sofiproteol). Son objectif est d'améliorer la compétitivité économique des cultures oléagineuses dans le cadre d'une production durable, à toutes les étapes de la filière. Il mène son action avec ses 110 salariés (dont 70 % d'ingénieurs) à travers 9 stations en France et 1 centre technique à Grignon (78) où est aussi basé son siège. Ses recherches portent principalement sur le colza, le tournesol, le soja et le lin et abordent tous les domaines susceptibles d'améliorer la production, la qualité et les débouchés des oléagineux.

Biométhodes à Evry, entreprise de biotechnologie spécialisée dans les procédés enzymatiques en vue de parvenir à produire des biocarburants de seconde génération.

Deinove société de biotechnologie dont le siège est à Paris et ses activités de R&D localisées à Montpellier (34).

Global Bioenergie à Evry développe des procédés de transformation de la biomasse (algues) en biocarburants. L'entreprise a collaboré avec le Génopole pour sélectionner les enzymes susceptibles de catalyser une réaction permettant de produire de l'isobutène (un gaz utilisé dans la fabrication d'additifs pour l'essence) à partir d'une bactérie l'escherichia Coli.

#### **Recherche publique :**

L'INRA est le principal acteur francilien dans le domaine de la recherche fondamentale sur la ressource biomasse. On peut citer parmi ses principaux laboratoires impliqués dans les thématiques biocarburants :

-INRA, AgroParisTech et CNRS : Institut Micalis à Thiverval-Grignon (78), regroupe 125 chercheurs, ingénieurs et enseignants chercheurs dont l'équipe BIM-LIP (biologie intégrative du métabolisme lipidique microbien) avec 8 permanents. Cette équipe travaille sur la génomique, génétique et enzymologie et est

intégrée à des projets portant sur les biocarburants de 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> génération en collaboration avec l'IEED Pivert, ainsi que sur les biojetfuels. L'institut Micalis abrite aussi le Centre international de ressources microbiennes-levures (CIRM-levures), collection de levures d'intérêt biotechnologique (CLIB). C'est la seule collection ouverte de ce type de micro-organismes en France qui assure également l'identification, le typage et la conservation confidentielle de souches industrielles et qui distribue plus de 1 200 souches de levures. **Identifié par le CNRS comme étant un des 10 principaux laboratoires CNRS et associés en France sur la thématique biomasse énergie conversion biologique.** Il est partenaire du programme PROBIO3 (PROduction BIOcatalytique de BIOproduits lipidiques à partir de matières premières renouvelables et coproduits industriels) labellisé investissement d'avenir qui implique 30 personnes ETP pendant 8 ans depuis 2012 et qui vise la production de biodiesel et biojetfuel par voie fermentaire.

- INRA, AgroParisTech : institut Jean-Pierre Bourguin (IJPB), Thiverval-Grignon (78), 230 permanents dont 135 chercheurs et ingénieurs. Un des principaux centres européens de recherche dans le domaine de la biologie des plantes avec des compétences pluridisciplinaires uniques en France et doté d'une plateforme de phénotypage des plantes (l'observatoire du végétal). L'IJPB s'intéresse à l'évolution et au fonctionnement des génomes, à la réponse des plantes au stress, à la biologie du végétal, à la caractérisation de diverses molécules (celluloses, lignines, lipides). Il participe notamment au projet de recherche *Biomass For the Future* (BFF) labellisé investissement d'avenir et dont l'objectif est de mettre en place des filières locales de production et de valorisation de biomasse lignocellulosique pour les matériaux, la combustion, la méthanisation et la production de biocarburants et la chimie verte. Il est partenaire du programme national PROBIO3 (voir plus haut).
- INRA-AgroParistech UMR environnement et grandes cultures, Thiverval-Grignon (78), 26 personnes, membre de l'Institut Carnot 3Bcar spécialisé dans les biocarburants. Ce laboratoire, notamment son équipe biosphère-atmosphère, mène des travaux de description et modélisation du fonctionnement des agro-systèmes représentatifs des grandes cultures du nord de l'Europe en interaction avec les facteurs de l'environnement (Climat, sol, polluants, pathogènes) et ce en vue d'établir les impacts positifs et négatifs des pratiques agronomiques et autres décisions techniques en prenant en compte les externalités positives (dont stockage carbone) et négative (flux contaminants et bioagresseurs). Ces recherches s'appliquent notamment aux cultures énergétiques dédiées aux biocarburants.
- Le CEA est actif dans la recherche sur la thématique des biocarburants de 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> génération par la voie thermo-chimique à travers sa DSV (direction des Sciences de la vie). On peut particulièrement citer en Île-de-France :
  - CEA DSV IBITECHS : institut de biologie et de technologie de Saclay avec 500 personnes. L'institut mène des projets de recherche fondamentale et appliquée. Le service de bioénergétique, biologie structurale et mécanismes (SB<sup>2</sup>SM : UMR 8221 CNRS-CEA) participe à la recherche sur les biocarburants notamment de 3<sup>e</sup> génération.
  - GENOSCOPE (CEA DSV) à Evry avec 150 personnes dont 40 informaticiens. Après le séquençage du génome humain, le Génoscope oriente ses recherches vers la génomique environnementale qu'elle couple avec l'identification expérimentale des fonctions biologiques, avec des applications dans la biocatalyse. Le laboratoire de chimie organique et de biocatalyse est particulièrement impliqué sur ce dernier volet (LCOB).
- CNRS ICNS : institut de chimie des substances naturelles (ICSN/UPR 2301), Gif-sur-Yvette (91) avec 300 personnes. Ce pôle cité par le rapport « technologies clés 2015 » est particulièrement actif dans la catalyse et les procédés enzymatiques pour les carburants de 2<sup>e</sup> génération. L'équipe microorganismes : métabolites secondaires, biocatalyse, biodépollution et enzymes spécifiques est plus particulièrement spécialisée dans ce domaine et gère aussi une unité pilote de biocatalyse.
- Institut Lavoisier de Versailles (ILV) UMR 8180 CNRS, Versailles. L'institut mène des activités de recherche sur la catalyse appliquée à la chimie verte avec des retombées pour les biocarburants de 2<sup>e</sup> génération. Le groupe ECHO (éco-chimie, catalyse et hétérochimie organique) avec 16 personnes, ainsi que le groupe synthèse et réactivité sont particulièrement actifs sur ces thèmes.
- IBPC : institut de biologie physico chimique (UMR 8226 CNRS/UPMC), Paris. Cet institut mène notamment avec une équipe de 15 personnes des recherches sur les microalgues en particulier sur la conversion et le stockage d'énergie par les microalgues avec des applications dans le domaine des biocarburants de 3<sup>e</sup> génération.

- IGM Institut de génétique et microbiologie de l'université Paris Sud, (UMR 8621CNRS/UPSud), Orsay (91), 126 personnes. L'institut travaille notamment sur les biotechnologies vertes (environnement et agricultures et blanches (industrie) sur les capacités biosynthétiques des microorganismes avec des applications en chimie verte, dépollution et énergies renouvelables. Une équipe est impliquée dans le programme PROBIO3.
- IBENS : institut de biologie de l'ENS, 75005 Paris (300 personnes). L'IBENS intervient dans le projet ANR 2012 Diamonoil (domestication des diatomées pour la production de biocarburants) porté par le CEA de Grenoble : par procédés génomiques, génétiques, physiques et pratiques culturelles. Le site abrite une plate-forme génomique, une plate-forme production de protéines et un site de culture en plein coeur de Paris : plantalgues.
- GM UPMC : Laboratoire de génomique des microorganismes, université Pierre et Marie Curie 75006 Paris (19 personnes). Ce laboratoire est impliqué dans le projet Diamonoil, sur les aspects computationnels et quantitatifs.
- Le CIRAD (Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement) à Fontenay-sous-Bois (94). Un des 6 axes de recherche du CIRAD porte sur la biomasse énergie avec des questionnements sur les pratiques culturelles et l'impact de cultures énergétiques dédiées, la sélection des espèces les plus adaptées à chaque type d'énergie dont le biogaz, les technologies de gazéification de la biomasse par la voie thermochimique (catalyse) avec aussi des retombées sur la production de biocarburants de 2<sup>e</sup> génération à partir de bois.
- L'IFPEN (Institut français du pétrole et des énergies renouvelables) basé à Rueil-Malmaison travaille sur l'évaluation environnementale des biocarburants dont biojetfuels notamment dans le cadre du programme PROBIO3.

### **Thématique : technologies et procédés de production**

#### **Recherche privée :**

- Air liquide sur son centre de R&D corporate des Loges-en-Josas (78) développe des procédés pour gazéifier toute la cellulose et la transformer en carburants liquides de seconde génération. Le procédé Bioliqu®, transforme de la paille en brut synthétique qui est ensuite transformé en gaz de synthèse, et pour finir en méthanol qui entrera dans le processus de production du biodiesel. À terme ce procédé va utiliser 7 kg de paille pour produire 1 litre de diesel exempt de soufre et directement utilisable par nos véhicules. Le groupe participe au programme « Syndièse » en s'appuyant sur ses compétences internes et sur sa filiale Lurgi pour l'ingénierie technique de la partie post-gazéification et le procédé d'apport d'hydrogène et pour les procédés de nettoyage/purification des gaz et Fischer-Tropsch.
- Technip mène des activités de développement technologique dans le domaine des biocarburants de première génération depuis son siège de Courbevoie qui abrite un de ses trois centres d'expertise mondiaux en biocarburants. Elle détient des brevets en propre sur la thématique du bioéthanol en particulier sur les méthodes de préparation de la biomasse, hydrolyse, fermentation, distillation, déshydratation et la récupération de coproduits par évaporation, séchage et centrifugation.
- CRIGEN GAZ de France : centre de recherche et d'innovation, Saint-Denis (93), 400 personnes. Au sein du CRIGEN sont abordées les thématiques du biogaz (gazéification projet GAYA), des biocarburants de seconde génération (biocarburant gazeux GNV), les réseaux de gaz.
- CNIM. Le groupe a participé au projet « Syndièse » mené par le CEA d'un pilote (BtL) *Biomasse to liquid* installé à Bure-Saudron (51) (voir chap 4-5) en assurant les études de conception et la maîtrise d'œuvre du projet industriel.
- Biométhodes à Evry est une entreprise de biotechnologie (jeune entreprise innovante) spécialisée dans les procédés enzymatiques en vue de parvenir à produire des biocarburants de seconde génération et autres composés chimiques. L'entreprise développe aux USA le plus grand pilote mondial de production de carburants de 2<sup>e</sup> génération d'une capacité de une tonne de biomasse/jour, avec sa filiale américaine OptaFuel, grâce au soutien des collectivités locales de l'État de Virginie à travers des financements liés à

des conventions de revitalisation menées avec les industriels du tabac et des aides du *Clean Energy Research & Development Center d'Abingdon*.

Elle développe aussi en France (région Champagne-Ardenne) un projet de pilote préindustriel de bioraffinerie lignocellulosique à destination de la chimie.

- Deinove société de biotechnologie dont le siège est à Paris mais les activités de R&D sont localisées à Montpellier (34). Deinove conçoit et développe entre autres des procédés de production de biocarburants de 2<sup>e</sup> génération à partir d'une bactérie déinocoque ayant le pouvoir de transformer la biomasse cellulosique en éthanol sans additif. Elle a lancé un programme (Deinol) pour passer à la phase de pilote pré-industriel (détail voir chap. 4-5) avec un réacteur de 300 litres abrité chez Sanofi.
- Global Bioenergie à Evry développe des procédés de transformation de la biomasse (algues) en biocarburants par voie biologique (fermentation). L'entreprise a collaboré avec le Génopole pour sélectionner les enzymes susceptibles de catalyser une réaction permettant de produire de l'isobutène (un gaz utilisé dans la fabrication d'additifs pour l'essence) à partir d'une bactérie *Escherichia Coli*. L'entreprise a validé un premier pilote de laboratoire et a développé un pilote industriel de 500 litres à Pomacle-Bazancourt (51) avec l'aide d'un consortium formé par Arkema, le CNRS et deux sociétés spécialisées dans le génie fermentaire et chimique. Ce consortium a reçu un financement dans le cadre du programme Investissement d'avenir piloté par l'ADEME. L'entreprise a été citée dans le rapport « industries des énergies décarbonées 2010 » du MEDDE comme principal acteur Français de la filière biocarburants de 2<sup>e</sup> génération.
- EReIE est une start-up qui réalise le premier pilote français produisant 1 tonne/jour de bio-GNL (gaz naturel liquéfié) en collaboration avec DEGREMONT dans le cadre du projet BIOGNVAL, un des projets financés par l'ADEME, dans le cadre des Investissements d'Avenir.
- PCAS à Longjumeau (91), travaille sur la valorisation chimique de coproduits issus du prétraitement de la biomasse, et participe au programme de recherche ANR 2012 INVERTO (INnovation en chimie VERTE par la Torréfaction) qui vise à définir des méthodes de torréfaction permettant une meilleure utilisation des sous-produits solides issus de cette étape. Projet porté par le CEA-EN.

À noter que UOP, entreprise d'ingénierie pétrolière américaine (groupe Honeywell), et qui dispose d'un bureau commercial à Levallois-Perret a été impliqué dans le projet Syndièse pour le procédé d'hydrocraquage permettant la production des biocarburants. Celle-ci ne mène cependant pas de R&D en Île-de-France.

#### **Recherche publique :**

- l'IFPEN (Institut français du pétrole et des énergies renouvelables) basé à Rueil-Malmaison est un des acteurs leaders sur cette question. Celui-ci travaille notamment sur l'amélioration des procédés de catalyse physico-chimiques dans le cadre de la production des biocarburants oléagineux, procédés commercialisés par sa filiale Axens.
- CNRS ICNS : Institut de Chimie des Substances Naturelles (ICSN/UPR 2301), Gif-sur-Yvette (91) avec 300 personnes. Ce pôle cité par le rapport *Technologies clés 2015* est particulièrement actif dans la catalyse et les procédés enzymatiques pour les carburants de 2<sup>e</sup> génération. L'équipe « Microorganismes : métabolites secondaires, biocatalyse, biodépollution et enzymes spécifiques » est plus particulièrement spécialisée dans ce domaine et gère aussi une unité pilote de biocatalyse.
- Institut Lavoisier de Versailles (ILV) UMR 8180 CNRS, Versailles. L'institut mène des activités de recherche sur la catalyse appliquée à la chimie verte avec des retombées pour les biocarburants de 2<sup>e</sup> génération. Le groupe ECHO (éco-chimie, catalyse et hétérochimie organique) avec 16 personnes, ainsi que le groupe « synthèse et réactivité » sont particulièrement actifs sur ces thèmes.

## **Thématique : mise en œuvre des biocarburants (conformité avec les équipements)**

Les avionneurs et les constructeurs automobiles collaborent avec l'IFPEN et l'ONERA pour la mise au point et la validation de carburants qui vont alimenter les moteurs qu'ils produisent et dont ils doivent garantir le fonctionnement et une qualité égale à celle des carburants fossiles à l'utilisateur final.

L'Île-de-France est la seule région à abriter un tel écosystème, avec une très forte spécificité en ce qui concerne les biojetfuels. Cependant le coup de frein donné au développement des biocarburants en France a fortement réduit les efforts des constructeurs qui ont réorienté leur appareil de recherche vers les pays les plus dynamiques en la matière (Brésil pour l'automobile). Les acteurs de l'aéronautique se disent de leur côté préoccupés par la faible volonté de développer les cultures énergétiques qui sont à la base de nombreux projets de biojetfuels et qui pourraient conduire là aussi à un transfert de cette recherche vers d'autres sites plus propices faute de matière.

### **Recherche privée :**

- Le groupe **SAFRAN** à travers ses branches moteurs d'avions (**SNECMA**) et moteurs d'hélicoptères (**Turbomeca**) mène des recherches sur cette thématique en particulier sur le site de Melun Villaroche. La SNECMA est leader du programme de recherche français CALIN et prend part aux programmes européens DREAM et Alfa-Bird avec pour principal objectif de s'assurer que les biojetfuels de seconde génération seront bien compatibles avec les moteurs actuellement en service mais aussi de déterminer le meilleur gisement pour les biojetfuels. Turbomeca est leader du programme européen DREAM qui vise la démonstration de l'endurance des moteurs alimentés en biocarburants. Pour la SNECMA, l'essentiel de son activité dans ce domaine porte sur des tests et la validation de biojetfuels en cours de développement chez les producteurs. Cette activité occupe environ 10 personnes en équivalent temps plein.
- **EADS IW** : le centre de recherche du groupe a participé à l'étude SWAFEA (voir plus bas), une équipe de 4 personnes suit cette thématique au sein du centre Innovation Works de Suresnes (92).
- **Dassault Aviation** à Saint-Cloud travaille sur les biojetfuels pour l'aviation d'affaire et participe notamment au programme européen BIRD sur la thématique « Compatibilité avec les systèmes carburants des avions ».
- **PSA** poursuit ses recherches sur la thématique des biocarburants avec une équipe de l'ordre de 150 à 200 chercheurs dans le monde. Cependant l'essentiel de ces effectifs est localisé au Brésil avec néanmoins une équipe à Vélizy.
- **Renault** sur le site du Technocentre à Guyancourt avait développé en 2005 et 2008 une gamme de véhicules dédiés aux biocarburants, avec des équipes conséquentes dédiées à cette thématique. La firme a cependant fortement réorienté sa recherche vers les véhicules électriques et hybrides.

### **Recherche publique :**

- **l'IFPEN** : travaille avec les constructeurs automobiles (PSA et Renault) et avec les industriels de l'aéronautique (EADS, SNECMA, Dassault), mais aussi Air France sur des thématiques liées à l'interface entre moteurs et biocarburants.
- **L'ONERA** (Office nationale d'étude et de recherche aérospatiale) à travers sa division DEFA (énergétique fondamentale et appliquée) basée à Chatillon et Palaiseau. L'ONERA accompagne les avionneurs et les compagnies aériennes sur la thématique des biojetfuels en particulier sur la question de la validation des caractéristiques des biocarburants dans l'aéronautique et leur homologation avec une équipe de 10 personnes réparties sur les sites parisiens et de Toulouse. L'ONERA a été le coordinateur du programme de recherche européen SWAFEA qui a impliqué 19 partenaires dont pour la France EADS, Air France, la SNECMA, l'IFPEN, et dont l'objectif était de valider la faisabilité et l'impact de l'introduction de carburants alternatifs dans l'aéronautique.



Fig. 76 - Évaluation pour l'aéronautique de carburants alternatifs dans les laboratoires du centre Onera de Palaiseau. Photo © ONERA, The French Aerospace Lab.

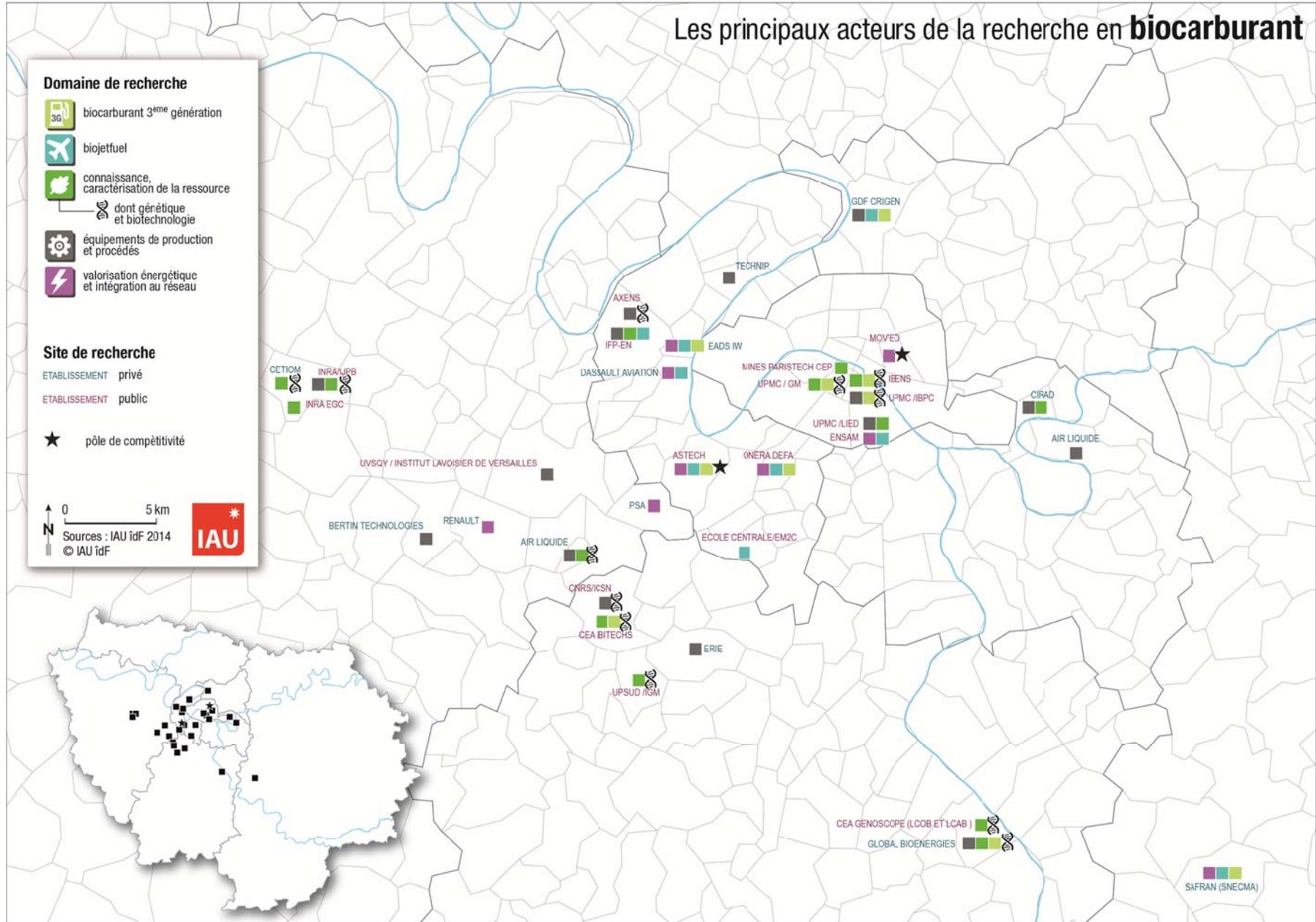
- EM2C Laboratoire d'énergétique moléculaire et macroscopique, combustion (EM2C), (UPR288 CNRS), École centrale de Paris, Châtenay-Malabry (92). Principalement porté sur la recherche fondamentale, ses thèmes de recherche portent entre autres sur l'énergétique, la propulsion aéronautique et spatiale, les moteurs automobiles et les procédés, avec des focus sur les carburants alternatifs dont les biocarburants.
- ENSAM/CNAM Dynfluid équipe d'accueil EA 92, Paris 75013, 20 personnes. L'équipe Dynfluid travaille notamment sur la mécanique des fluides pour les industriels ayant pour objet la motorisation automobile (PSA, Renault) et aéronautique et spatiale (ONERA, CNES, EADS, SNECMA, Astrium, MBDA...). Ses travaux portent entre autres sur la caractérisation, l'analyse, la simulation de la performance des biocarburants et biojetfuels.

### **Pôles de compétitivité :**

- Moveo. Pour mémoire, rappelons que le pôle Move'Eo a participé au financement de projets collaboratifs dans le domaine des biocarburants et leur compatibilité avec les véhicules au début des années 2010. Cette thématique ne fait cependant plus partie des thèmes de recherche en cours.
  - o Parmi les projets portant sur les biocarburants BioCarbMat (2009-2012) mené par PSA et qui a inclu Renault, l'IFPEN, Total, Sofiproteol et l'ENSAM dont l'objet était de vérifier la compatibilité des biocarburants avec les nouveaux matériaux polymères avec lesquels ils sont en contact. Le projet EcoHdoc mené par Total et terminé en 2012 avait pour objet d'établir les règles de base et les formulations de catalyseurs pour produire des biocarburants de seconde génération à partir d'huiles issues de la pyrolyse de matière cellulosique.
  - o Califomodo (Carburants et limites de fonctionnement des moteurs essences et diesel optimisés) mené par IFPEN et en partenariat avec PSA, Renault et Total a mesuré l'impact de la formulation de carburant sur le fonctionnement des moteurs, notamment à l'allumage.
  - o Le projet Nadiabio (*New Advanced Diesel Injection Analysis For Biofuels*) (2009-2012) mené par Renault notamment en partenariat avec IFPEN et l'équipementier américain Delphi avait pour objectif d'optimiser le fonctionnement des moteurs diesel utilisant des biocarburants.
  - o Idethanol (2009-2012) mené par l'IFPEN avec Renault, PSA et le COria de Rouen a modélisé et analysé de manière approfondi les phénomènes spécifiques à l'utilisation de mélanges éthanol/essence dans les systèmes de combustion à injection directe.
  - o FlexFuel 3G (motoriation Flex-Fuel de 3<sup>e</sup> génération) (2009-2012) était un partenariat entre Cristal Union, IFPEN et Valéo.

De son côté, le pôle Astech ne semble pas avoir financé de projets concernant les biojetfuels.

## Les principaux acteurs de la recherche en **biocarburant**



## Synthèse-conclusion-AFOM

- Une filière de première génération qui après avoir bénéficié de tous les soutiens est fortement décriée, avec des objectifs d'incorporation revus à la baisse et une forte concurrence internationale dont la conséquence a été une surcapacité de production et la fermeture de plusieurs sites en France. Elle représente selon l'ADEME 6 900 emplois en 2012.
- Une filière en attente dont le futur est en train de s'écrire avec les 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> générations en gestation. La filière de seconde génération est désormais sortie des laboratoires et est en phase de décollage avec une multiplication de démonstrateurs préindustriels de seconde génération. Ces technologies ne seront pas industrialisées avant 2020 et pourraient générer de l'ordre de 1 200 emplois supplémentaires.
- En 2009 la France figurait dans le peloton de tête mondial. En 2014, Elle a perdu un peu de terrain face à des pays qui ont massivement investi dans ce domaine et disposent de projets de démonstrateurs plus aboutis, notamment aux États-Unis et en Chine. Elle reste cependant encore bien placée dans la course mondiale vers les biocarburants de seconde génération et est leader mondial sur la troisième génération. Cependant comme le souligne le rapport sur les filières vertes édition 2013<sup>121</sup>, si l'acquisition de technologies est indispensable pour ne pas dépendre de l'extérieur, l'étape d'industrialisation des procédés actuellement en cours de mise au point sera cruciale pour réellement bénéficier des retombées économiques et faire en sorte que les champions technologiques français qui devraient émerger deviennent des champions industriels en France.
- La question de la ressource sera centrale pour cette filière d'autant que la même ressource est sollicitée pour d'autres usages énergétiques (méthanisation, combustion) et d'autres usages industriels (matériaux, chimie du végétal).

### En Île-de-France

- L'Île-de-France abrite parmi les principaux acteurs industriels français actifs sur la recherche portant sur les prochaines générations (industriels, énergéticiens). Elle a pour spécificité d'accueillir les équipes de recherche des grands constructeurs automobile et aéronautique impliquées dans la mise au point et l'homologation des biocarburants, qui forment ainsi un écosystème de recherche intéressant avec aussi les grands centres de recherche nationaux dont l'IFP-EN et l'ONERA. Par contre les acteurs de l'agro-industrie sont peu présents. Si la filière francilienne compte de nombreux acteurs impliqués dans la recherche sur les biocarburants, elle compte en définitive peu d'emplois effectifs (au mieux quelques dizaines).
- Les grands sites d'expérimentation préindustriels sont tous situés en dehors de la région. L'Île-de-France est peu visible en France sur cette thématique, hormis la présence forte de l'IFPEN. Les acteurs privés de la recherche soulignent l'importance de pouvoir bénéficier d'une ressource biomasse à proximité des sites d'expérimentation, ce qui tend à privilégier d'autres régions que l'Île-de-France.
- L'Île-de-France dispose d'atouts pour le développement de cette filière, avec à la fois un bassin de consommation de carburant automobile qui est le premier de France (et un des premiers d'Europe) mais aussi la présence du principal complexe aéroportuaire d'Europe impliquant un débouché important pour le biojetfuel qui est un produit dérivé et complémentaire de la production de biocarburants pour véhicules. De plus elle constitue un débouché pour l'ensemble des produits issus des futures bioraffineries (pharmacie, cosmétique, bioplastiques) dont feront partie les biojetfuels (20 % de la masse produite). Enfin, elle est située au cœur des régions productrices de matière première (cultures énergétique) et est elle-même un important producteur. À ce titre, selon les acteurs industriels du secteur, **il existe un enjeu quant à la création d'une armature nationale de bioraffineries de l'ordre de 100 000t** couplées à deux grosses unités d'envergure nationale de chacune 1 MT produisant entre autres des biocarburants de seconde génération. Ces bioraffineries se localiseraient idéalement le long des fleuves. Cet enjeu concerne aussi l'Île-de-France pour une ou plusieurs bioraffineries, cependant il est nécessaire de rappeler que même avec de plus petites unités, c'est une industrie lourde peu compatible avec des contextes urbains.  
**La question de l'évolution du site de Grandpuits en Seine-et-Marne (400 sal.)** pourrait aussi se poser quant à la possibilité de lui adjoindre une unité de production de biocarburants de seconde génération. Ce

---

<sup>121</sup> « Les filières industrielles stratégiques de l'économie verte : Enjeux et perspectives », MEDDE, mai 2013

site produit notamment de l'essence, du diesel et du kérosène à partir de pétrole brut extrait d'Île-de-France ou issu de l'étranger et acheminé par pipe-line depuis Le Havre.

- L'acceptabilité sociale est un frein important au développement de la filière tant sur la question des cultures énergétiques en amont que sur celle de l'implantation de nouveaux sites de production avec sur ces deux sujets un fort enjeu pour l'Île-de-France.

L'emploi francilien lié aux biocarburants est difficile à évaluer à partir de la méthode des marchés comme pour les autres familles. En se basant sur les établissements que nous avons identifiés et leur niveau d'implication sur ce marché, nous estimons l'emploi à au moins 137 salariés. Il faut ajouter à ce chiffre les effectifs du site de production de biodiesel de Limay qui emploie 20 salariés, soit au total 157 personnes pour la filière francilienne. Pour le reste, les emplois sont disséminés au sein d'entités très larges pour lesquelles les biocarburants ne constituent qu'une faible part de leur activité.

### Analyse AFOM biocarburants

#### Atouts :

- Seule région française qui allie forte demande et ressource importante avec de plus une forte complémentarité entre demande de carburants pour véhicules terrestres et carburants pour le transport aérien qui sont des coproduits issus du même processus de fabrication.
- Grand bassin de consommation de carburants (transport terrestre et transport aériens) et de production de déchets pouvant être transformés en biocarburants de seconde génération.
- Importantes flottes captives pouvant servir de précurseurs et d'expérimentation pour de nouvelles technologies de rupture dont un des freins est le développement important d'infrastructures de recharge (le bio GNV est particulièrement adapté).
- Une des grandes régions françaises de production de cultures énergétiques dédiées aux biocarburants.
- L'IDF abrite les principaux acteurs de la recherche impliqués dans les biocarburants (INRA, CNRS, IFP, Total, SOFIPROTEOL...) et les leaders français de la biotechnologie dédiée aux biocarburants (Deinove, Global bioénergies, Biométhodes).

#### Faiblesses :

- Seulement un site en IDF produisant des biocarburants qui ne répond pas à la demande régionale, nombreux sites de production de grande taille aux franges de la région.
- Les projets de démonstration et pilotes industriels issus d'acteurs franciliens se localisent en dehors de l'Île-de-France avec pour conséquence vraisemblable des développements industriels hors de la région. Le pôle de compétitivité IAR en particulier concentre de nombreuses compétences de R&D et cristallise plusieurs projets de recherche.

#### Opportunités :

- Miser et communiquer sur la valorisation des déchets (huiles, graisses, gaz issu de la méthanisation...) pour produire des biocarburants afin d'augmenter l'acceptabilité.
- La seconde génération constitue une opportunité pour relancer cette filière mais pas avant 2020/2025.
- Synergie entre projets de recherche et de démonstration, en particulier collaboration avec le pôle IAR et ses acteurs (PIVERT...).
- Une forte spécificité francilienne dans les biojetfuels et la présence des industriels utilisateurs de biocarburants en général.
- Ces deux derniers éléments soulignent l'opportunité d'une coopération avec les régions voisines.

#### Menaces /enjeu :

- Acceptabilité sociale des biocarburants diminue suite aux dangers de concurrence avec usages alimentaires et non durabilité en général de la première génération.
- Acceptabilité sociale et environnementale des sites de production (odeurs, approvisionnement, esthétique...).
- Forte concurrence étrangère qui se développe sur l'éthanol (mais pas le biodiesel) avec risques d'importations massives.
- Une nouvelle organisation spatiale de la production de biocarburants devrait émerger avec les seconde et troisième générations et les bioraffineries. Les industriels sont en pleine réflexion. Ils sont prêts à intégrer les collectivités territoriales à ces réflexions.
- Les industriels impliqués dans la recherche sur les biocarburants jugent L'IDF de moins en moins attractive sur cette thématique par rapport à d'autres régions françaises du fait notamment de restrictions concernant les cultures énergétiques.

## **4 - Perspectives d'emplois pour les filières bioénergies en Île-de-France ? + 1 000 en 2020 ?**

Globalement, en France on peut penser que le développement des bioénergies contribuera avant tout à favoriser la pérennité d'emplois existants au sein des entreprises industrielles actives sur ces marchés, plus que de générer de nouveaux emplois.

Sur les 31 500 emplois actuels estimés pour les différents segments des bioénergies, les perspectives de croissance à l'horizon 2020 peuvent permettre d'espérer un surcroît de 16 100 emplois supplémentaires en France, soit +51 % sur les 7 prochaines années. Les nouveaux emplois générés seront proportionnellement plus nombreux sur la phase d'exploitation des équipements mis en place que sur la phase d'équipement, qui sont de surcroît temporaires, car liés à la production des équipements.

Les tendances observées et les développements attendus placent les filières biomasse bois et biogaz en tête des secteurs en croissance pour les années à venir, les biocarburants devant créer à nouveau des emplois à partir de l'industrialisation de la seconde génération soit à l'horizon 2020.

Ainsi, le développement de la biomasse bois énergie est potentiellement la plus porteuse en emplois (environ 12 000) à la fois sur le versant industriel avec une forte présence des acteurs français au niveau de l'exploitation des sites. Autre avantage « collatéral », ce développement peut aider à conforter, démarrer des filières locales de valorisation des parties les plus nobles du bois (bois industriel : mobilier...), bois de construction.

Le marché du biogaz représente le second plus gros gisement potentiel d'emplois en France (+ 3 800 emplois pour atteindre les objectifs nationaux), et 2 300 prévus par les acteurs de la filière.

### **En Île-de-France**

En Île-de-France, **les filières bioénergies rassemblent actuellement entre 650 et 3 000 emplois** selon la méthode d'estimation retenue (voir détail des calculs en annexe p196 à 199). On peut prévoir que pour l'Île-de-France la croissance de ces filières devrait générer entre 455 et **1 050 nouveaux emplois** (+35 %) pour la période 2013-2020, pour la production d'équipements, la vente et la maintenance. Comme au niveau national, les nouveaux emplois directs issus du développement des bioénergies en Île-de-France sur les 7 ans à venir sont presque exclusivement à attendre du côté des marchés de la biomasse bois et du biogaz.

### **Évolutions estimées sur la période 2013-2020 :**

- biomasse bois individuelle : + 470 (si le parc individuel progresse de 50 % comme attendu dans le Grenelle) ;
- biomasse bois collective : + 230 (prolongation des tendances 2008-2012 de + 11,5 %/an) ;
- biogaz : + 365 dont + 280 pérennes liés à l'exploitation, si les objectifs de la stratégie de développement de la méthanisation de l'Île-de-France sont réalisés et que l'intégralité des emplois générés sont localisés en Île-de-France, notamment ceux de la production d'équipements.

Concernant les biocarburants, il faudra attendre au moins 2020 pour voir les premiers projets industriels d'unités de production de biocarburants sortir de terre et démarrer leur production. Compte tenu de l'importance de la proximité à la ressource et des marchés, ces sites devraient globalement être positionnés à proximité voire en Île-de-France. Selon les réflexions en cours des acteurs, le site de Grandpuits en Seine-et-Marne pourrait être au moins partiellement converti ou se voir adjoindre une unité de production de biocarburants de 2<sup>e</sup> génération pour le nord de la France pour la voie thermo-chimique, tandis que de plus petits sites de production (bioraffineries) accueillant une trentaine d'emplois et/ou de stockage et de première transformation de la biomasse pourraient voir le jour en plusieurs endroits de l'Île-de-France, de préférence le long de la Seine sur des sites existants de type silos à grains.

Le principal enjeu du développement des bioénergies en Île-de-France n'est cependant pas économique mais lié à une moins forte dépendance énergétique, au développement territorial et à l'aménagement. Les enjeux d'aménagement militent ainsi pour des énergies favorisant la densification : chaleur et réseaux de chaleur, ou adaptées à des ensembles ruraux de type méthanisation. Les énergies valorisées sous forme de chaleur sont

particulièrement adaptées à l'Île-de-France et à ses réseaux de chaleur (de loin le premier réseau de France) dont l'entretien et le développement sont autant d'emplois supplémentaires.

Concernant la question de la qualité de l'air, la production de biogaz peut aussi être bien adaptée à l'alimentation en bioGNV de flottes captives (flottes d'entreprises, bennes à ordures, bus, taxis, bateaux) qui utilisent actuellement du diesel et sont donc très polluants.

**Tab. 48. Les enjeux et perspectives d'emplois pour les filières bioénergies en Île-de-France**

Filière/ caractéristiques	Emploi actuel direct France	Perspective de croissance du marché et de l'emploi en France (créations d'emplois estimés en IDF d'ici 2020)	Intensité en emplois de production d'équipements	Présence en IDF/France des acteurs industriels	Présence R&D IDF/France
Biomasse bois individuelle	23 000	forte : Parc à renouveler et en croissance de 50 % d'ici 2020, soit environ + 4 750 en France (+470 pour IDF ?)	Forte (plus de 70 %)	Moyenne (300 emplois min.)	Faible
Biomasse bois collective		Forte : Phase d'équipement +11,5 %/an soit environ +7 600 en France (+230 pour IDF ?)	Moyenne (50 % en phase d'équipement)		Moyenne
Production d'énergie renouvelable à partir de l'incinération de déchets	480	Au mieux stagnation	Variable (30 % en période de renouvellement)	Forte : Tous les acteurs nationaux leaders mondiaux sont en IDF	Forte
Biogaz	1 100	Forte (+3 800) (triplement emploi 2020) (+365 pour l'IDF ?)	Forte en période de création du parc (70 %)	Moyenne/faible	Moyenne (start-up biotech)
Biocarburants 1G	6 900	Aucune (voire baisse), surcapacités	Phase d'équipement terminée	faible	Sans objet
Biocarburants 2G	En R&D seulement pour le moment	Moyenne : +1 200 en France à partir de 2020 au mieux	Forte Variabilité : moyenne en phase de création du parc (50 %)	Faible : Projets de bioraffineries en IDF inconnu, probablement limité	Forte mais pas de démonstrateur ou pilote
Biocarburants 3G	En R&D seulement pour le moment	Forte mais pas avant 2030 et en IDF ?	Vraisemblablement comme biocarb 2eG	Start-up biotechnologiques mais pas de développement technologique en IDF	Faible
Total	≈ 31 500	≈ 16 100 (+50 %) d'ici 2020 (+1 050 pour l'IDF ? +35 %)			

Source : estimation IAU îdF, Nb : emploi indirect 2 à 3 fois plus

## **III<sup>e</sup> partie. Bonnes pratiques, propositions d'actions**

# 1 - Exemples de bonnes pratiques

## ☞ Faciliter l'éclosion d'un écosystème industriel régional :

À travers deux exemples tirés des filières bioénergies, on voit comment les collectivités territoriales cherchent à initier ou soutenir le développement de filières ancrées sur le territoire en s'appuyant sur les acteurs industriels et de la recherche. Leur action porte sur un soutien à des phases pivot dans le développement des filières, facilitant le lien entre recherche fondamentale et monde industriel. La participation au financement de pilotes de démonstration, plates-formes technologiques ouvertes est perçue comme un moyen d'attirer les porteurs de projets en phase de maturation dans l'espoir de fixer leur développement industriel sur le territoire.

### **Rassembler sur un même site production, R&D, plate-forme technologique, unités pilotes, pépinière d'entreprises**

L'IEED Pivert<sup>122</sup> (Picardie innovations végétales, enseignements et recherches technologiques) sera basé à Compiègne sur le site de production de biocarburants de Sofiproteol à Venette (Oise). Il aura pour objet la chimie du végétal à partir de biomasse oléagineuse (colza, tournesol...), il doit compter à terme 150 chercheurs.

Une société de droit privé, la SAS Pivert a été créée en 2012 pour porter l'ITE Pivert (Institut pour la transition énergétique Picardie innovations végétales enseignements et recherches technologiques).

Cette société a en charge l'animation scientifique du programme de recherche précompétitif de Pivert, de la valorisation des travaux de ce programme de recherche et du montage de projets de maturation, ainsi que de la construction et de la gestion du BIOGIS Center qui sera une halle technologique modulaire et évolutive de 4 000m<sup>2</sup> dotée d'équipements pilotes innovants et ayant pour vocation de faciliter le transfert des résultats de la recherche à l'industrie.

Le site de Pivert qui accueillera aussi le démonstrateur de torréfaction du projet BioTfuel (voir 3-6 p154) doit ainsi à terme abriter sur un même site une pépinière d'entreprises, une plate-forme technologique, des démonstrateurs et unités pilotes à côté d'activités industrielles. L'originalité de ce projet réside dans la forte intégration géographique des équipements. Par ailleurs, le site industriel intègrera les principes de l'écologie industrielle.

**Fig. 77. La plate-forme Pivert**



Source : Pivert

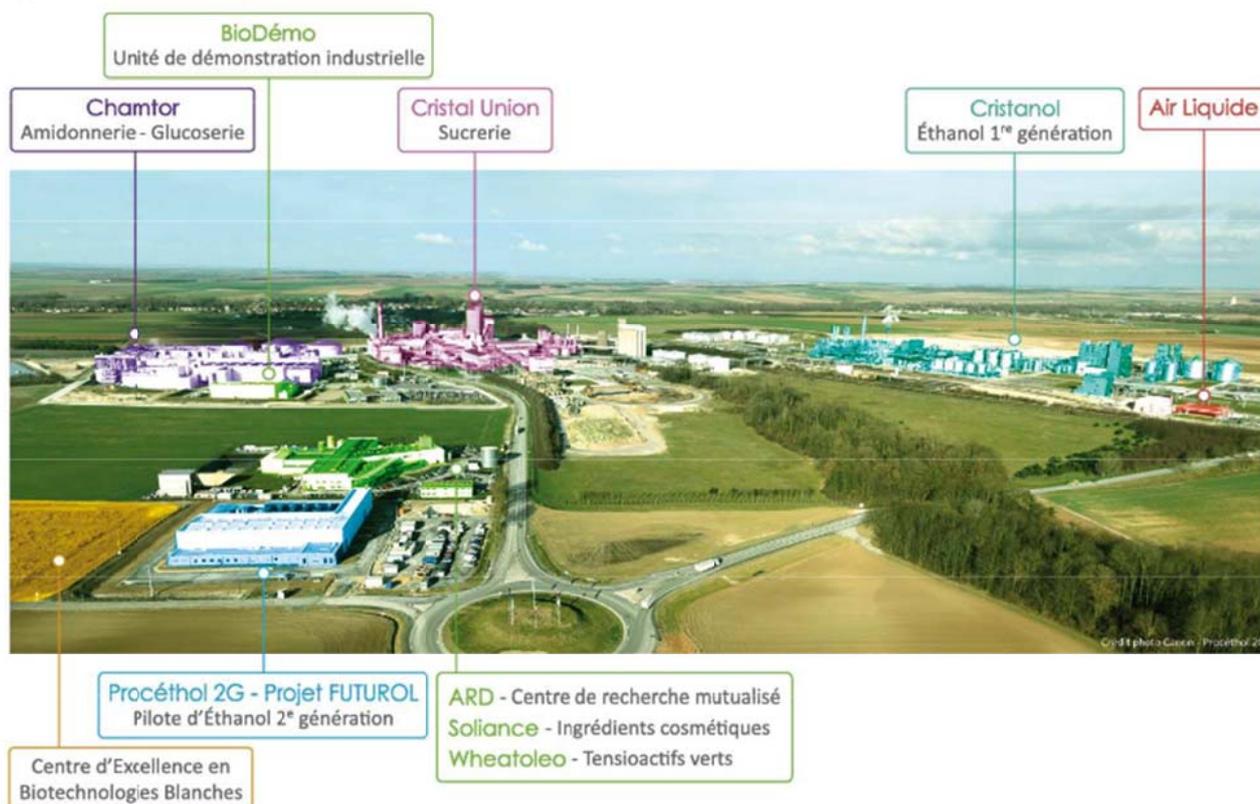
<sup>122</sup> L'institut Pivert : <http://www.institut-pivert.com/fr/biogiscenter/>

## La région Champagne-Ardenne soutient une plate-forme de démonstration industrielle<sup>123</sup>

ARD est une structure de recherche privée mutualisée créée en 1989, ayant à son capital des acteurs majeurs de l'agro-industrie française et des coopératives régionales. ARD localisé sur la commune de Bazaincourt, à proximité de la bioraffinerie de Bazancourt-Pomacle est un des membres fondateurs du pôle de compétitivité IAR situé en région Champagne-Ardenne. ARD a été contractualisé par le ministère de l'Industrie en décembre 2009 pour ensuite intégrer la plateforme d'innovation ouverte BRI<sup>124</sup> (bioraffinerie recherches et innovations) impulsée et soutenue par les acteurs privés, l'État et les collectivités territoriales : la région Champagne-Ardenne, le département des Ardennes et la ville de Reims. Cette plateforme destinée à mutualiser les moyens de recherche publics et privés sur le thème de la bioraffinerie, dispose d'équipements, de laboratoires, d'installations pilotes et d'une unité de démonstration industrielle en biotechnologies « BioDémon », qui accueillera aussi le futur centre des biotechnologies blanches de l'École centrale de Paris. BioDémon a bénéficié du soutien financier du conseil général de la Marne (1.25 M€), de la région Champagne-Ardenne (1.25M€) et du FEDER (2.5M€).

Après avoir accueilli le pilote du projet FUTUROL (voir 3-6 p153) en 2009, ARD a annoncé en juin 2013 que BRI accueillera sur sa plate-forme bio-démon, le pilote industriel du francilien Global Bioenergies composé d'un fermenteur de 500 litres.

Fig. 78. Le site intégré de Pomacle-Bazaincourt



Source : ARD

On peut ajouter à ces exemples celui du cluster Biogaz Valley® de Troye dont l'ambition est le développement d'une filière industrielle et d'une recherche appliquée sur le territoire pour devenir le centre

<sup>123</sup> Les informations et une partie du texte sont tirées du site ARD, <http://www.a-r-d.fr>

<sup>124</sup> Selon le site d'ARD : « La plate-forme d'innovation Bioraffinerie Recherches et Innovations (B.R.I.) est une plate-forme ouverte dans le domaine de la bioraffinerie, et constitue ainsi un centre d'innovation majeur de référence internationale. B.R.I. regroupe les industriels de la bioraffinerie de Bazancourt -Pomacle (Cristal Union, Cristanol, Chamtor, etc.), le centre de recherche ARD, ainsi que les grandes écoles d'ingénieurs françaises que sont l'École Centrale Paris, AgroParisTech et Reims Management School. B.R.I regroupe ainsi tous les acteurs majeurs nécessaires au développement de procédés de fractionnement du végétal, de la biotechnologie et de la chimie du végétal, en partant de la recherche fondamentale (assurée par les écoles d'ingénieurs et l'URCA) jusqu'au prototype pré-industriel (BioDémon) qui regroupe des fermenteurs de 100 à 200m<sup>3</sup>. »

français de la méthanisation. Pour ce faire, le cluster ambitionne notamment d'implanter sur son site phare un laboratoire couplé à un pilote préindustriel qui seront des outils de test et de certification pour les porteurs de projets. <http://www.biogazvallee.eu>

Le cluster Biogaz Valley® a été créé sous l'impulsion d'industriels et du conseil général et la Chambre d'agriculture de l'Aube avec l'appui du conseil régional de Champagne-Ardenne.

### **Identifier les compétences locales pour les rendre visibles**

En Belgique, la région wallonne mène depuis 2001 une politique active de développement et de soutien aux clusters. Parmi ceux-ci le cluster Val+ créé en 2004 porte sur les déchets solides. Le cluster rassemble 53 entreprises ayant leur siège ou un site d'activité en Wallonie ainsi que 7 universités et centres de recherche et couvre l'ensemble du secteur des déchets.

C'est le seul cluster totalement dédié à cette thématique des déchets que nous avons pu identifier en France et en Belgique où une quantité importante de déchets issus de France sont traités.

L'action de ce cluster semble cependant relativement limitée à l'offre d'une plus grande visibilité à ses membres avec la mise en place d'annuaires. Le cluster a ainsi mis en place une cartographie axée sur les acteurs du traitement et de la valorisation des boues qui recense les compétences et le positionnement des membres au sein de la chaîne de valeur (activités annexes, traitement, valorisation).

Le cluster Val+ : <http://clusters.wallonie.be/valplus-fr/>

Cartographie des compétences wallones <http://clusters.wallonie.be/solvalboues-fr/index.html?IDC=3647>

### **☛ Intégrer l'acceptation sociale**

L'acceptation sociale des projets est un obstacle important qui ne doit pas être négligé au risque de les faire échouer, ce qui est particulièrement vrai en matière d'équipement de production d'énergie. Les différentes associations professionnelles d'industriels des énergies renouvelables ont produit des guides à l'attention des porteurs de projets pour intégrer cette question au plus tôt dans leur projet et tout au long de la durée de vie de l'équipement.

Nous souhaitons présenter ici deux exemples de bonne pratique en matière d'acceptation sociale de projets sensibles.

#### **Isséane se fond dans la ville**

En matière d'acceptation sociale, le site d'incinération Isséane à Issy-les-Moulineaux, venu remplacer l'ancien site situé sur le quai FD Roosevelt, a fait l'objet de toutes les attentions du fait du caractère très sensible du dossier.

Pour pouvoir être accepté par la mairie d'Issy-les-Moulineaux, le site a notamment été conçu pour avoir le moindre impact visuel possible pour les riverains avec comme principaux éléments un enfouissement partiel (31m sous le sol), un traitement paysager par couverture végétale et arborée, des cheminées non visibles... Il a de plus été raccordé réseau chaleur urbaine. La seconde condition était une haute qualité environnementale qui s'est matérialisée par une charte. Cette « charte de qualité environnementale »<sup>125</sup> qui lie le Syctom qui l'exploite avec la ville d'Issy-le-Moulineaux porte sur la durée de vie de l'équipement (40 ans), des travaux de construction à ceux de déconstruction en passant par l'exploitation. Elle engage notamment le Syctom à tenir un tableau de bord des nuisances constatées qui intègre notamment les plaintes déposées par les riverains, à tenir un compte de tous les flux entrants et sortant et leur qualité (notamment pour les rejets gazeux), à garantir la non-existence de panaches de fumée, à créer et entretenir des espaces verts autour de l'installation pour garantir son insertion dans la ville, d'informer régulièrement le public par divers moyens de tout incident, des opérations de maintenance et de l'activité annuelle. Le site s'engage aussi à favoriser l'insertion professionnelle de populations locales en difficulté, de personnes condamnées à des travaux d'intérêts généraux, ainsi que de mener des opérations de communication et de sensibilisation auprès du public, notamment les jeunes.

---

<sup>125</sup> <http://www.syctom-paris.fr/isseane/pdf/charte.pdf>

Si la construction est en effet exemplaire, les opposants n'ont pas manqué de souligner le coût de la construction qui s'est élevé à 600 millions d'Euros.

### **Des nez pour prévenir toute pollution olfactive**

Les sites générant des pollutions olfactives doivent être particulièrement vigilants sur leurs rejets, c'est pourquoi en Haute Normandie plusieurs communes de l'agglomération rouennaise, avec l'appui des sites industriels potentiellement émetteurs de nuisances olfactives, se sont dotées de réseaux de sentinelles olfactives qui sont la plupart du temps des riverains volontaires. L'objectif de ces sentinelles est d'identifier rapidement les odeurs émanant de sites afin de pouvoir agir à la source et contribuer à éviter que le problème ne se reproduise. Il permet aussi de confier aux riverains eux-mêmes la surveillance de ces nuisances et d'éviter ainsi d'être suspectés de conflit d'intérêt entre les producteurs de ces odeurs et un quelconque organisme privé chargé du suivi.

L'exemple de Forbach cité ci-dessous est aussi intéressant à ce titre.

### **☞ Favoriser les expérimentations et nouveaux usages à grande échelle**

#### **A Forbach la méthanisation des ordures pour faire rouler les véhicules du SYDEME (Syndicat mixte de transport et de traitement des déchets ménagers de Moselle Est.)**

En Moselle, le Sydeme, qui couvre 293 communes sur un territoire de 2 600 km<sup>2</sup> et compte près de 400 000 habitants, a mis en place un centre de méthanisation des déchets à Forbach nommé Méthavalor. Celui-ci traite l'ensemble des déchets fermentescibles des communes du SYDEME, soit 42 000 tonnes par an (32 000 tonnes de biodéchets ménagers auxquels s'ajoutent 5 000 tonnes de biodéchets de restauration et industriels et 5 000 tonnes de déchets verts.).

Il produit 5,5 millions de m<sup>3</sup> de biogaz par an valorisés en cogénération sous forme de chaleur et d'électricité et à hauteur de 30 % de biométhane, ainsi que 8 000 tonnes de compost et 3 000 tonnes de rejets envoyés en décharge.

#### **Une acceptation sociale renforcée :**

L'implantation du site a été choisie au plus près des zones urbanisées pour réduire les distances de transport elle a été rendue possible grâce à une parfaite maîtrise des nuisances olfactives (bâtiment fermé en sous-pression) et un travail de communication auprès des populations dont des visites de sites similaires en Allemagne pour combattre les idées reçues.

Ce centre a pour particularité de travailler à partir d'une collecte séparée c'est-à-dire triée en amont de l'installation par un réseau 3 centre de tri multiflux qui oriente 3 types de matières (enfermés dans 3 types de sacs) vers les centres de traitement correspondants, grâce à un système optique de reconnaissance de couleur des sacs.

Les habitants fortement sensibilisés, participent activement en amont à ce tri sélectif, avec notamment une collecte séparée des matières fermentescibles.

#### **L'intégration des principes de l'économie circulaire et de l'écologie industrielle :**

- La chaleur produite par le processus de cogénération est utilisée par les installations du site dans le processus de digestion, dans le chauffage des parties administratives, dans le séchage des digestats et aussi pour alimenter un site adjacent de production de fruits et légumes biologiques sous serres.
- L'électricité non utilisée sur le site est injectée sur le réseau et revendue à EDF (90 % de la production).
- 15 % du biogaz produit est injecté sur le réseau GRDF
- 15 à 20 % du biogaz produit est utilisé en tant que carburant pour la flotte de véhicules de collecte des ordures ménagères et de service (34 véhicules). La régie de transport de Forbach a décidé de renouveler sa flotte de bus en vue de la rendre compatible avec l'utilisation du biogaz.

L'autre particularité du site est qu'outre l'approvisionnement des flottes captives il est permis à tout véhicule de se recharger en biogaz sur le site du SYDEME.

Enfin, le SYDEME souhaite mettre en place une ferme énergétique liée au site Méthavalor dont la vocation sera de faire pousser du miscanthus sur 200 à 400ha. L'intérêt de cette ferme sera double :

- Absorber les résidus liquides issus de la méthanisation de Méthavalor en tant qu'engrais et permettre l'épandage du digestat invendu
- Homogénéiser le compost en cours d'année pour en faciliter l'épandage

## **☞ Une gestion des ressources et des projets à l'échelle d'un territoire pour éviter les concurrences**

Partant du constat d'une multiplication rapide et non coordonnée de projets portant sur la valorisation de la biomasse, des territoires se sont engagés dans une réflexion sur le niveau de consommation de la biomasse par les projets, la biomasse disponible et l'optimisation de son utilisation. Il apparaît que pour limiter la concurrence d'accès au gisement et optimiser les implantations, il est nécessaire d'anticiper au maximum les projets en mettant en place des concertations/structures entre acteurs du territoire et porteurs de projets.

Dans le cadre du plan national «1 000 chaufferies bois pour le milieu rural», L'Ademe a mis en place un système de plan d'approvisionnement territorial (PAT) ayant pour double objectif de :

- servir d'outil d'aide à la décision et permettre aux élus de déterminer les investissements nécessaires pour accroître la mobilisation de bois et optimiser la logistique ;
  - permettre le dimensionnement des équipements nécessaires (plates-formes d'approvisionnement...) pour assurer la sécurité des approvisionnements et la mutualisation des différentes ressources bois.
- La région Franche-Comté est à cet égard exemplaire. Elle s'est saisie de cet outil pour organiser la mobilisation de la ressource bois pour ses chaufferies et ambitionne de couvrir de tels plans l'ensemble de son territoire à l'échelle de ses 17 pays et PNR. Au mois de janvier 2013, huit pays en étaient dotés et 3 étaient en cours d'élaboration.
- La région Picardie de son côté a créé une SCIC (société coopérative d'intérêt collectif) en vue de pérenniser les ressources, société à laquelle sont membres les collectivités locales, les producteurs de ressource et les professionnels détenant des équipements de conditionnement. La Région a au préalable animé une réflexion d'anticipation à moyen terme par les acteurs agricoles sur le gisement mobilisable et recherché les conditions d'implantations durables d'un projet à partir de la construction d'un outil de simulation : Optabiom<sup>126</sup>.
- Dans le sud de la France, une entreprise Zeta Pellet développe une activité de transformation de la biomasse végétale en pellets verts. Son modèle économique est basé sur la proximité et l'économie circulaire. Il s'agit de localiser ses unités de production de pellets verts sur les sites de déchetteries accueillant des déchets verts collectés à un maximum de 30 km à la ronde et de distribuer sa production aux acteurs équipés de chaudières pouvant utiliser ce type de combustible.
- En Suisse, il existe un système de bourse régionale de la matière organique pour la méthanisation qui permet d'échanger la matière entre différents sites afin de lisser l'approvisionnement des méthaniseurs.

---

<sup>126</sup> Source : étude « cohabitation de projets énergie biomasse à l'échelle d'un territoire : les paroles des acteurs sur le terrain », réseau rural, 2010

## 2 - Propositions d'actions

Ces propositions découlent des analyses précédemment menées, des bonnes pratiques identifiées, des entretiens menés pour cette étude, et enfin de propositions émanant d'autres rapports et études qui nous semblaient pertinents.

### 2.1 - Propositions transverses aux bioénergies

#### ☛ Favoriser le développement et le renforcement de la filière

Le développement et l'organisation de la composante francilienne de la filière biomasse énergie émergente passe par une série de conditions favorables déclinées ci-après.

- Offrir une **vision à long terme et stable** aux acteurs à la fois sur le marché et la politique régionale en matière d'aide au développement de ces marchés.  
À ce titre, le SRCAE d'Île-de-France puis les stratégies de développement qui en découlent, assortis de dispositifs incitatifs dont celui sur la méthanisation sont des signes très positifs.
- **Identifier** les acteurs et dresser une cartographie à l'échelle régionale des compétences régionales, tâche à laquelle cette étude se propose de participer.
- Donner de la **visibilité** à la filière bioénergie francilienne à travers une communication unique et en mettant en avant ses points forts, qui portent en particulier sur la conception et le développement de projets : acteurs de la recherche et développement, bureaux d'études technologiques, intégrateurs.
- Jouer sur les **éléments de différenciation** de la filière francilienne :
  - o les déchets et leur valorisation énergétique,
  - o les biocarburants et biojetfuels.
- **Appuyer les initiatives en cours pour faire émerger un cluster** doté d'un axe bioénergies (au moins deux initiatives pourraient porter ce projet : le projet biomis3G avec un axe biomatériaux, le cluster Novagreen avec un axe déchets...).
- Rendre la **recherche dans ce domaine plus visible et l'appuyer** à travers les dispositifs existants (pôles de compétitivité, domaines d'intérêts majeurs de recherche (DIM)<sup>127</sup> dont les DIM de l'ensemble développement durable), notamment dans les domaines dans lesquels elle dispose de points forts et d'éléments différenciants. En amont, les biotechnologies, les biocarburants et les biojetfuels, les technologies d'incinération et de combustion, le traitement et la valorisation énergétique des déchets. Cela passe notamment par la possibilité **d'expérimentations à grande échelle** que ce soit à l'initiative des collectivités ou des acteurs privés afin de cristalliser les compétences de recherche sur le territoire.
- En impulsant ou appuyant les initiatives consistant à **mettre en place des plateformes et équipements d'expérimentation** pour favoriser l'identification et l'ancrage des clusters en cours de constitution. La mutualisation des moyens existants et futurs serait souhaitable.
- Conformément aux règles d'urbanisme et des différentes réglementations, mener une **réflexion proactive visant à dimensionner et spatialiser les projets potentiels de valorisation énergétique d'intérêt collectif** (chaufferies ou méthaniseurs territoriaux) selon une grille multicritère en fonction des ressources et des contraintes logistiques liées à leur mobilisation, ainsi que des potentiels de valorisation optimaux (énergétiques, digestats pour la méthanisation...). Cette réflexion serait menée en concertation avec les acteurs locaux, les porteurs de projets, les producteurs de la ressource et leurs gestionnaires, les gestionnaires de réseaux. Les professionnels sont favorables à l'**organisation spatiale du déploiement** des unités de production collectives par la **création de zones dédiées** (à l'image de ce qui se fait pour l'éolien) afin de minimiser les risques de conflit d'usage pour l'accès au foncier avec le logement et les activités,

---

<sup>127</sup> Les Domaines d'intérêt majeurs (DIM) sont des réseaux de recherche mis en place autour de thématiques stratégiques. Le soutien régional, dans le cadre des DIM, permet le financement de projets d'équipements d'un DIM (ou mutualisé entre plusieurs d'entre eux) ; d'allocations de recherche ; de chaires de retour ; de l'animation du réseau ; de manifestations scientifiques. Le Conseil régional d'Île-de-France a consacré 33 millions d'€ en 2013 à 16 DIM

sachant, par ailleurs, que la proximité avec les zones urbanisées est souhaitable pour tirer le meilleur parti de l'énergie produite et réduire les transports de matière première (en particulier dans le cas des déchets). Ces zones donneraient de la visibilité aux porteurs de projets et faciliteraient leur implantation sur le territoire. Accessoirement cela contribuera à optimiser la dépense publique en évitant de financer des projets concurrents (sachant que la plupart des projets portant sur les bioénergies bénéficient de financements publics).

### **☞ Gérer la ressource et les projets pour réduire les concurrences territoriales et d'usages**

L'organisation de l'accès à la ressource et des projets utilisant cette dernière est de plus en plus prise en main par les acteurs territoriaux. La région Île-de-France à travers son SRCAE et les différentes études, qui ont accompagné son élaboration, ont posé les premières briques d'une telle réflexion.

- Il semble nécessaire de **mener une réflexion globale sur la ressource disponible et ses usages qui aille au-delà de la seule question énergétique en incluant les autres usages** : industriels (matériaux biosourcés dont bioplastiques...), construction (biomatériaux, bois d'œuvre...), mais aussi de plus en plus la chimie biosourcée.  
**Les cultures dédiées ne doivent pas à ce titre être écartées de cette réflexion.**
- En parallèle, une **connaissance de l'usage de cette ressource par les installations existantes et les projets serait souhaitable**. Cette réflexion doit à la fois porter sur une échelle locale (territoriale) et sur le bassin d'approvisionnement de la région qui va bien au-delà de ses frontières administratives compte tenu des objectifs régionaux et concerne plutôt l'échelle du bassin parisien. Une concertation avec ces régions s'avère nécessaire d'autant que chaque région (et les territoires qui la composent) prend conscience de l'importance de la gestion de la ressource et cherche à réduire sa captation par ses voisines.

En résumé, il semble souhaitable de mener une réflexion et une **observation continues sur les ressources, les débouchés et besoins, en mettant en place des outils de suivi au niveau régional tout en menant des partenariats avec les régions limitrophes**. La question de la ressource biomasse bois semble la plus aiguë à ce sujet, mais celle des déchets émerge déjà.

Cette réflexion pourrait s'intégrer à l'échelle régionale aux « plateformes de connaissance de flux de matières au niveau territorial et de connexion entre acteurs » qui intégrerait une comptabilité analytique sur les déchets. Ces actions sont recommandées par la feuille de route de l'État sur la mise en place d'une stratégie d'économie circulaire.

### **☞ Optimiser la localisation des sites de valorisation énergétique et rechercher les synergies**

- On a vu précédemment l'intérêt que pourrait revêtir la mise en place d'une organisation spatiale des futurs équipements collectifs de production d'énergie à partir des bioénergies mais aussi des autres ENR, à tout le moins la **création de guides d'implantation**. Cela aurait aussi pour intérêt d'augmenter l'acceptabilité sociale des projets et éviter des rejets préjudiciables pour l'avenir du déploiement de ces énergies.
- Concernant les sites existants produisant de l'énergie non utilisée dans leur process (énergie fatale<sup>128</sup>) ou générant des matériaux pouvant faire l'objet de valorisation énergétique (déchetteries...), comme le préconise le SRCAE, **il est souhaitable de chercher à favoriser les synergies entre acteurs d'un même site**. On pourrait imaginer aller plus loin concernant les sites les plus isolés, à l'image de l'exemple de Forbach (voir 3<sup>e</sup> partie p187), en **prévoyant, organisant, et facilitant l'implantation d'activités utilisant cette énergie fatale près des sites de producteurs**.  
Cela pourrait aussi contribuer à pérenniser l'activité du site producteur et constituer un argument pour attirer des activités dont le process nécessite un apport de chaleur, ou une utilisation directe des matières.  
Pour les collectivités, cela pourrait constituer un critère supplémentaire de choix de localisation de nouveaux sites d'activités.

---

<sup>128</sup> Et plus spécifiquement la chaleur qui se ne se transporte que sur très courte distance, alors qu'elle constitue au moins la moitié de la valorisation énergétique en cas de cogénération.

- La **création ou la transformation de sites existants de valorisation énergétique de la biomasse en sites mixtes incorporant différents modes de traitement de la biomasse** (incinération, compostage, méthanisation) est indiquée par les professionnels comme étant une voie d'optimisation et d'efficacité. Optimisation par la réduction des transferts de matière d'un site à l'autre (nombreux refus de production en méthanisation ou en compostage), possibilité de mise en place d'une sorte d'écologie industrielle intra-site, mutualisation des équipes support et meilleure maîtrise des nuisances, notamment celles générées par les flux de camions.
- **Ces sites devront atteindre de hauts standards écologiques** (limitation maximale des nuisances sonores, visuelles, olfactives et environnementales) et auraient avantage à être **localisés près des cours d'eau** pour le transport des matières par barge.

## 2.2 - Propositions spécifiques à l'incinération de déchets

Les unités d'incinération des déchets sont fortement repoussées par les populations riveraines. À cela s'ajoute la forte pression foncière. D'où la tentation forte de déplacer ces activités ou de les supprimer.

- En matière **d'insertion paysagère et de traitement architectural, olfactif, qualité des rejets dans l'air**, les sites d'incinération les plus sensibles (les plus insérés dans le tissu urbain) doivent faire l'objet d'un traitement très particulier tout comme faire l'objet d'une **communication importante** et transparente auprès du public.
- D'une manière générale, il serait souhaitable de veiller à **maintenir les unités au plus près des sites de production et de collecte de déchets, en accès aux réseaux de chaleur**.
- À court et moyen termes, il semble nécessaire de **préserver les capacités d'incinération franciliennes** au moins dans une phase transitoire.
- À plus long terme, les sites abritant des unités d'incinération devraient être préservés en tant que tels ou afin d'abriter d'autres activités liées à la gestion des déchets et la génération de chaleur.

## 2.3 - Propositions spécifiques au biogaz et à la méthanisation

Après l'incinération des déchets, la méthanisation collective ou territoriale est la bioénergie ayant le plus de difficulté à s'implanter dans les zones où elle est la plus efficace, à savoir à proximité de la zone dense. Les sites de méthanisation ont pour contrainte supplémentaire de pouvoir être classés ICPE<sup>129</sup>, et de ce fait, nécessiter le respect d'une distance minimale avec les bâtiments voisins. Ainsi, il est nécessaire de porter une attention particulière aux futurs projets de méthanisation en Île-de-France.

### **☛ Organiser le développement des installations de méthanisation territoriale**

Nous avons développé précédemment (p177) une proposition visant à organiser spatialement le déploiement d'une armature de sites producteurs d'énergie à partir de ressource biomasse qui devra s'appuyer sur une grille d'analyse claire et reconnue par les parties prenantes. Cela est particulièrement le cas des installations de méthanisation collectives dont la « Stratégie régionale de développement de la méthanisation en Île-de-France » votée en 2014 prévoit la création d'une vingtaine d'unités à l'horizon 2050.

- Il semble souhaitable que ce type de projet soit plus particulièrement soutenu par les collectivités<sup>130</sup> et selon une vision à l'échelle régionale et non pas seulement des seuls syndicats intercommunaux de traitement des déchets. Pour ce faire, il conviendrait d'adapter les documents locaux d'urbanisme (PLU et SCOT) pour favoriser leur implantation.

<sup>129</sup> ICPE : Installation classée pour la protection de l'environnement, soumise à réglementation

<sup>130</sup> Cette proposition figure aussi parmi celles portées par le Conseil régional lors des débats sur la transition énergétique.

### **Favoriser l'émergence de projets viables et acceptés**

Nous reprendrons ici les recommandations du rapport d'information sur les déchets<sup>131</sup> qui énumère les conditions de réussite pour la mise en place de projets de méthanisation :

- Une taille critique pour la méthanisation de type territoriale qui va bien au-delà des 20 000 tonnes préconisés par l'ADEME mais se situerait plutôt entre 80 000 et 100 000 tonnes, soit l'équivalent du projet de la métropole lilloise.
- S'assurer des gisements réellement mobilisables à partir de tris sélectifs poussés permettant d'isoler les matières fermentescibles des déchets ménagers avec une faible marge d'erreur (et donc de refus, voir l'exemple de Forbach à ce sujet p187). Connaître leur nature, leur variabilité dans le temps.
- S'assurer aussi des débouchés énergétiques et celui des digestats (compost), en prévoyant avec le monde agricole leur éventuelle difficulté d'écoulement.
- Intégrer les projets de méthanisation dans une chaîne de traitement incluant à proximité des exutoires finaux (incinération ou enfouissement) ayant des capacités suffisantes pour accueillir les refus.
- Un montage contractuel entre collectivités, constructeurs et gestionnaires du site qui soit clair sur les objectifs et responsabilités de chacun.

À ces préconisations nous ajouterons :

- Compte tenu de la volonté du conseil régional d'Île-de-France exprimé dans sa stratégie de développement de la méthanisation de ne pas considérer les projets d'unité de Tri mécano Biologique qui lui seraient soumis, les projets de méthanisation territoriale incorporant des ressources fermentescibles issues des ordures ménagères devront intégrer un tri rigoureux réalisé en amont chez les particuliers. Cela implique la mise en place d'une sensibilisation, d'une information importante et d'une organisation de collecte spécifique dont une fois de plus Forbach peut être pris pour exemple. Si ce tri poussé est plus facilement envisageable en grande couronne (logements plus spacieux, foncier moins cher) qu'en zone dense, des solutions innovantes pourraient être testées de type collecte collective par immeuble (poubelles biodéchets) ou à l'îlot, qui viserait les populations les plus motivées et donc à priori triant mieux.
- Intégrer aux réflexions la valorisation du biogaz sous forme de carburant<sup>132</sup> pour véhicules dont l'usage est en pleine progression en Europe (cf. p142). Soutenir, voire inciter les flottes captives et circulant essentiellement dans l'agglomération (bus, taxis, logistique de proximité) à basculer vers une motorisation au biogaz. Déjà en Île-de-France une partie des véhicules de la SEMARDEL roulent au bioGNV, le distributeur de matériaux Point P vise une flotte de véhicules 100 % biogaz, tandis que les bateaux-mouches parisiens vont aussi basculer au GNV. La RATP, qui renouvelle périodiquement une partie de sa flotte en motorisation diesel, pourrait être incitée à tester ce mode de motorisation. Si la décision devait être prise de favoriser l'extension de l'utilisation du biogaz carburant, la question des stations de rechargement se posera. On peut s'inspirer de l'expérience de la région PACA qui a passé une convention avec GRDF pour développer de tels équipements sur son territoire.

---

<sup>131</sup> « Traitement des ordures ménagères : quels choix après le Grenelle ? », Rapport d'information n° 571 (2009-2010) de M. Daniel SOULAGE, fait au nom de la Mission commune d'information sur les déchets, déposé le 22 juin 2010. <http://www.senat.fr/rap/r09-571/r09-5712.html>

<sup>132</sup> Cette proposition figure aussi parmi celles portées par le Conseil régional lors des débats sur la transition énergétique.

## 2.4 - Propositions spécifiques aux biocarburants

### ☞ Anticiper la localisation des futurs équipements de production de biocarburants

- Les acteurs du secteur des biocarburants entament une réflexion prospective sur la future armature nationale d'équipements industriels de bioraffineries qui seront des sites polyvalents produisant des produits chimiques, cosmétiques et biocarburants à partir de la biomasse. Ces sites pouvant être classés à risques technologiques auront le double besoin de se positionner proches des lieux de production de la ressource, relativement proches des lieux de consommation et sur des axes fluviaux pour faciliter le transport des matières brutes. La région Île-de-France est potentiellement très impactée en tant que principal marché français tant pour le transport terrestre que le transport aérien. À ce titre, il semble nécessaire que le conseil régional s'invite à ces réflexions.
- Il semblerait opportun d'intégrer à cette réflexion un volet spécifique concernant la raffinerie de Grandpuits (77) qui, selon certains scénarios envisagés par les acteurs industriels, pourrait être convertie ou se voir adjoindre un site de production de biodiesel et biojetfuel, avec pour avantage par rapport à d'autres sites français de se situer à la fois proche de la ressource et très près des trois aéroports internationaux franciliens, en comptant l'aérodrome d'affaires du Bourget.

### ☞ Favoriser l'usage de carburants alternatifs

- Les principales voies à la portée des élus locaux pour favoriser le développement des véhicules décarbonés (tous types de technologies confondues) ont été proposées dans le rapport sur *Les nouvelles mobilités sereines et durables*<sup>133</sup> :
  - o faciliter le stationnement des véhicules décarbonés par des systèmes de places réservées ou tarifs préférentiels ;
  - o donner des priorités de circulation à ces véhicules dans les zones les plus congestionnées ;
  - o utiliser le levier de la commande publique notamment pour équiper les flottes captives ;
  - o permettre, voire inciter les expérimentations à grande échelle portant sur les carburants de nouvelle génération, dont le bioGNV, qui est le plus avancé, avec pour première cible des flottes captives publiques ou privées (bus, ramassage d'ordures, taxis, flottes de bateaux-mouches, flottes de logistique de proximité...).

---

<sup>133</sup> « Les nouvelles mobilités sereines et durables : Concevoir et utiliser des véhicules écologiques », rapport de l'office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques, 16 janvier 2014.

## **IV<sup>e</sup> partie. Annexes**

# **Annexe I : Méthodologie d'identification et de caractérisation des acteurs de la filière bioénergie franciliennes**

L'identification des établissements participants à la filière bioénergie francilienne n'est pas réalisable à partir de méthodes traditionnelles basées sur des codes d'activités issus de la nomenclature NAF rev 3 (2008). Comme c'est le cas pour toutes les filières émergentes, les codes d'activité ne permettent pas d'isoler les entreprises ayant une activité dans les bioénergies, d'autant que comme nous l'avons vu, pour la plupart d'entre-elles, il ne s'agit pas de leur activité principale.

Cette identification s'est donc opérée en plusieurs phases et à partir de diverses sources :

- 1) Identification des acteurs nationaux des filières bioénergie
- 2) Déclinaison régionale (identification de l'existence d'établissements en Île-de-France)
- 3) Caractérisation des établissements franciliens : marchés, fonctions

1) L'identification des acteurs français des filières bioénergies s'est d'abord opérée à partir des listes des membres des fédérations associées :

-Chaleur biomasse : Syndicat des énergies renouvelables, en particulier FBE (France biomasse énergie) avec ses annuaires biomasse individuelle et biomasse collective

-Incinération déchets : SER FBE commission valorisation énergétique des déchets ménagers, Syndicat National des concepteurs et constructeurs des Industries du Déchet et de l'Environnement (SNIDE) SNIDE.

-Biogaz : le Club biogaz-ATEE avec son annuaire des acteurs du biogaz, complété par les membres du Syndicat National des concepteurs et constructeurs des Industries du Déchet et de l'Environnement (SNIDE)

-Biocarburants : -Bioéthanol : SNPAA (syndicat national des producteurs d'alcool agricole)  
-Biodiesel : filière française des huiles et protéines végétales Prolea, EBB (European Biodiesel Board)

Les acteurs ainsi identifiés étant à priori les plus impliqués dans chaque différente filière ou souhaitent s'y impliquer fortement puisqu'ils ont souhaité s'afficher au sein d'une association professionnelle et en payer le coût de l'adhésion.

Cependant, ces listes ne permettent pas d'identifier de façon satisfaisante les nombreux fournisseurs (notamment ceux de sous-ensembles) qui interviennent dans chaque segment. C'est pourquoi nous avons sollicité les listes disponibles d'acteurs participant aux salons professionnels dédiés aux énergies renouvelables (essentiellement Pollutec), ainsi que les salons virtuels permettant aux entreprises de montrer leur savoir-faire et les marchés qu'elles adressent ou souhaitent adresser (annuaires France environnement<sup>134</sup>, directindustry<sup>135</sup>, toute information disponible à travers la presse économique, la presse spécialisée (cleantechrepublic, green univers...). Concernant plus spécifiquement les jeunes entreprises innovantes et les start-up, nous avons mobilisé les ressources du centre francilien de l'innovation, d'Innov'eco ainsi que le rapport techno clés 2015.

2) L'identification des acteurs régionaux a consisté à systématiquement vérifier pour chaque entreprise identifiée au niveau national si elle disposait d'un ou plusieurs établissements en Île-de-France. Pour ce faire nous nous sommes appuyés sur la base Altares®.

---

<sup>134</sup> *Annuaire France environnement (Annuaire d'Intermédiation de l'Environnement et du Développement Durable)*  
[www.franceenvironnement.com](http://www.franceenvironnement.com)

<sup>135</sup> [www.directindustry.fr](http://www.directindustry.fr)

Pour l'Île-de-France, nous avons aussi mobilisé le fichier éco-activités de l'ARD, les membres du plan filière éco-activités, les acteurs fournis par les agences de développement franciliennes, les membres du réseau mesure déclarant une activité dans les bioénergies.

3) La caractérisation des établissements du fichier quant aux **marchés adressés** et leur **positionnement dans la filière** s'est principalement opérée sur la base de l'information d'origine (les fichiers des associations professionnelles et autres fichiers régionaux constitués), complétée par les informations issues des listes des participants aux salons Pollutec® depuis 2011 et leur affichage sur les différents segments des bioénergies. Pour tous les acteurs, une visite de leur site internet a permis d'obtenir, enrichir ou seulement préciser certaines informations sur les marchés investis, leur positionnement dans la chaîne de valeur ainsi que la nature des activités menées au sein de chaque établissement.

Concernant les **fonctions exercées** au sein de chaque établissement identifié, outre les informations sur les sites internet, la matière recueillie lors d'entretiens ainsi que l'utilisation de sites de cartographie aérienne et en vue immersive (type streetview) ont permis de fournir des indications sur la nature des activités exercées au sein des établissements.

Concernant les **effectifs dédiés aux bioénergies** au sein de chaque site, deux éléments ne nous ont pas permis de mener analyse poussée sur la question et d'afficher un volume d'effectif dédiés aux bioénergies :

- Une limite liée à la qualité du fichier Altares® dont l'information concernant les effectifs à l'établissement qui est partiellement incomplète (10 % de nos établissements ne sont pas renseignés sur cet indicateur).
- Une limite liée à notre incapacité à isoler l'activité bioénergie au sein de l'ensemble des activités des établissements et donc d'estimer les effectifs correspondants. Nous n'avons pu estimer ces effectifs que pour 94 établissements de notre base soit 36 % du total, en prenant l'intégralité des effectifs des 70 établissements ayant une activité essentiellement tournée vers les ENR quelle que soit leur nature. Il ressort selon cette estimation qu'au minimum 1 980 emplois franciliens seraient fortement liés aux activités biomasse énergie.

## **Annexe II : estimation des effectifs des filières**

Pour estimer les effectifs des filières et leur évolution à l'horizon 2020 nous avons mobilisé diverses sources et employé diverses méthodes suivant les filières. Ces calculs qui n'ont qu'une valeur indicative restent criticables et perfectibles.

### **L'emploi lié au marché de la chaleur bois**

Sur les filières biomasse bois, nous nous sommes basés sur la part que représentait le marché francilien pour estimer au prorata de celui-ci l'emploi francilien à partir des données nationales de l'ADEME (pp 59 et 60 pour les marchés et pp 67-68 pour l'emploi).

Dans le détail, sur le marché de la chaleur domestique, le marché francilien représente 10 % du marché national, sachant que l'emploi national sur le segment individuel et sur les parties production et vente s'élevaient selon l'ADEME en 2012 à respectivement à 11 150 emplois et 5 260 emplois. **On peut donc évaluer l'emploi francilien sur le segment individuel à 1 111 emplois pour la production d'équipements et 526 pour la vente, soit un total de 1 637.** Cependant les estimations pour la production sont fragiles.

Pour le segment collectif, nous nous sommes basés sur le parc installé entre 2000 et 2012 et le poids de l'Île-de-France pour en déduire le marché francilien, ce qui nous mène à 3 % de la puissance nationale installée. Avec le même exercice que précédemment à partir des chiffres de l'ADEME pour le segment collectif, soit 3 370 pour la production et 3 200 pour la vente, **nous estimons l'emploi francilien pour ce segment respectivement à 101 et 96, soit 200 emplois environ.**

Au total sur le marché de la chaleur biomasse bois, nous estimons que l'emploi francilien serait de l'ordre de **1 830** dont 1 200 en production.

Pour notre part, à partir des emplois liés aux établissements que nous avons identifiés, s'il est évident que le chiffre de 16 000 salariés ne peut être retenu, nous estimons que le minimum d'emplois industriels liés à ce marché de la chaleur biomasse bois est de 300. Ceci est compatible avec l'estimation par les marchés,

sachant que les unités des production des équipements individuels sont essentiellement localisées en dehors de la région capitale.

#### Évolutions :

En ce qui concerne **les évolutions**, les objectifs du Grenelle à l'horizon 2020, fixent une progression de 50 % du parc installé pour le segment individuel, ce qui correspond sur la période 2009-2020 à une progression de 3,7 % par an environ, soit au niveau national + 4 750 sur la période 2013-2020. En appliquant ce taux de croissance aux effectifs franciliens estimés ou identifiés (1 637) pour les 7 années séparant 2013 de 2020, on obtient un effectif supplémentaire estimés de + 470 dont + 310 pour la production.

Appliqué à notre estimation à partir des établissements identifiés comme étant totalement liés au marché biomasse bois (300 emplois industriels tous liés à la chaleur bois domestique) cela ferait + 90 emplois.

Au total, la croissance du marché chaleur domestique générerait entre 90 et 470 emplois en Île-de-France pour la période 2013-2020.

Le même exercice sur le segment collectif, en appliquant le taux de croissance observé de l'emploi entre 2008 et 2012 (+ 32 %) et donc en faisant l'hypothèse que ce taux de croissance se poursuivra linéairement encore pendant les 7 années menant à 2020 (hypothèse plausible compte tenu du fait que le fonds chaleur qui soutient le marché est non seulement maintenu mais conforté), nous obtiendrions un emploi supplémentaire de + 7 600 en France et + 230 pour l'Île-de-France.

Ainsi, compte tenu des estimations d'emplois de la filière chaleur bois francilienne en 2012 on peut attendre une croissance de l'emploi d'ici 2020 de l'ordre de + 100 à + 700 emplois pour la chaleur bois.

**Tab. 49 - Emploi et perspectives d'emplois de la chaleur biomasse en Île-de-France**

	Emploi estimation basse (issue de notre fichier, exploitation)	Emploi estimation haute (extrapolation des chiffres nationaux)	Évolution estimée basse (à partir des effectifs min)	Évolution estimée haute (à partir des effectifs estimés hauts)
Biomasse bois individuelle	300	1 637	90	470
Biomasse bois collective		200		230
<b>total</b>	<b>300</b>	<b>1 837</b>	<b>90</b>	<b>700</b>

Source : estimation IAI îdF

#### L'emploi lié à l'incinération des déchets

Concernant l'incinération des déchets, deux études de l'ADEME proposent une estimation de l'emploi lié à l'incinération des déchets, avec pour la première une vision sur l'ensemble des activités de l'incinération et à la clé 3 819 emplois en France dont seulement 110 liés à la construction. La seconde étude, dont le champ est plus réduit, n'estime que l'emploi renouvelable de l'incinération des déchets, soit 530 emplois dont 30 pour la production.

Sachant que le marché francilien de l'incinération représente 25 % du marché national (la part des déchets nationaux traités en Île-de-France par l'incinération) on peut extrapoler l'emploi francilien à partir de ce taux.

Nous obtenons donc ainsi 954 emplois dans l'incinération des déchets, soit **480** pour la fraction renouvelable (50 % du total). Selon l'autre méthode, l'emploi renouvelable francilien de l'incinération serait donc de 132.

Notre propre estimation à partir des établissements identifiés varie entre 16 000 emplois que nous ne pouvons retenir et 0 puisque selon nous aucune entreprise n'est spécialisée dans la seule valorisation des déchets par incinération.

Compte tenu de l'atonie du marché national, **on peut au mieux espérer une stabilisation de l'emploi** de l'incinération, en partie liée à un report de l'activité vers le marché de la biomasse bois.

**Tab. 50 - Emploi et perspectives d'emplois de l'incinération en Île-de-France**

	Emploi estimation Basse (à partir de notre fichier)	Emploi estimation Basse (extrapolation nationale)	Emploi estimation Haute (extrapolation nationale)	Evolution estimée pour 2020
incinération	0	132	480	0 au mieux

Source : estimation IAI îdF

### L'emploi lié au biogaz

L'estimation nationale de l'emploi lié au biogaz nous est fournie par le Club biogaz-ATEE à partir d'un questionnaire adressé à ses membres. Il en ressort un effectif de 1 070 emplois en France ETP.

Une extrapolation à l'Île-de-France à partir des ratios nationaux de puissance installée et des installations effectivement en place à cette date nous permet d'estimer que 64 emplois sont liés à l'exploitation des installations de production de biogaz. La mise en place de ces installations avait par ailleurs généré 192 emplois temporaires.

**Tab. 51 - Estimation de l'emploi francilien du biogaz lié aux installations en place**

Type d'installation	Nombre d'installations	Puissance moyenne installée	Emplois pérennes par Mwh installé (ETP)	Emploi estimé (ETP)	Emploi observé ou annoncé sur le site	Nom site	Emplois temporaires par Mwh installé (ETP)	Emplois temporaires estimés
Ferme	2	0,21	4,7	1,0	1,0		10,6	4,5
Centralisé	1	1,3	4,7	6,1	25,0	Bionerval etampes	10,6	14
Industrielle	1	2	4,7	9,4	9,4		10,6	21
STEP	10	0,65	4,7	3,1	3,1		10,6	69
TMB	1	1,62	4,7	7,6	20,0	Varenne Jarcy	10,6	17
ISDND	5	1,25	4,7	5,9	5,9		10,6	66
<b>Total</b>	<b>20</b>			<b>33,0</b>	<b>64,3</b>			<b>192</b>

Source : estimation IAU îdF

Par ailleurs, nous avons recensé 166 établissements employant 16 800 personnes qui sont présents sur ce marché en Île-de-France. Parmi ceux-ci, 25 établissements employant 514 personnes sont spécialisés dans le biogaz. Ce chiffre constitue notre estimation la plus vraisemblable pour l'Île-de-France.

### Évolutions :

Suivant ce même principe et en se basant sur les projections issues de la stratégie francilienne de développement de la méthanisation, en leur appliquant les ratios proposés par l'étude préliminaire réalisée par le cabinet SOLAGRO, on peut estimer que la croissance de l'emploi lié au biogaz serait de l'ordre de 480 emplois pour l'exploitation à l'horizon 2025. Ramené à l'horizon 2020 cela représente 280 emplois. À ces emplois d'exploitation, il faut ajouter plus 1 024 emplois temporaires (1 an) liés à la mise en place de tous les projets prévus, ce qui, lissé sur la période, représente 85 emplois « équivalents durables » (cf calculs chap 2-12 p 123).

Cela représente un total de 280+65=365 emplois à l'horizon 2020 que le développement de la filière biogaz francilienne générera. Rappelons que les estimations pour la France du Club biogaz-ATEE étaient une croissance de l'emploi de l'ordre de 2 300 selon les membres du club et de 3 800 si les objectifs gouvernementaux étaient atteints en matière de méthanisation.

**Tab. 52 - Emploi et perspectives d'emplois du biogaz en Île-de-France**

	Emploi estimation basse (effectifs d'exploitation estimés uniquement)	Emploi estimation haute (selon notre fichier et hors exploitation)	Evolution estimée pour 2020 (à partir de la stratégie de méthanisation IDF)	Evolution estimée pour 2025 (à partir de la stratégie de méthanisation IDF)	Evolution estimée pour 2050 (à partir de la stratégie de méthanisation IDF)
Biogaz	64	514	365	560	1 040

Source : estimation IAI îdF

### L'emploi lié aux biocarburants

L'Ademe estime que les biocarburants ont généré 6 900 emplois directs en France. L'emploi francilien lié aux biocarburants est difficile à évaluer à partir de la méthode des marchés comme pour les autres familles. Nous avons identifié 91 établissements employant 9 300 salariés, qui sont présents sur ce marché. Parmi ces établissements 8 employant 137 salariés sont très impliqués sur ce marché, cela constitue donc notre estimation basse de l'emploi francilien dans cette filière. On ne compte, par ailleurs, qu'un site effectif à Limay qui emploie 20 salariés pour la seule activité de transformation des huiles en biodiesel, pour le reste, les emplois sont disséminés au sein d'entités très larges pour lesquelles les biocarburants ne constituent qu'une faible part de leur activité. A titre d'exemple, le projet BioTfuel (le projet phare de Total en matière de biocarburants) représentent 80 millions d'investissements privés sur plusieurs années (dont seulement une partie échoit à Total) tandis que Total a investi au total 26 milliards d'€ dans l'ensemble de ses activités en 2013.

Concernant les générations à venir (2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> générations), les 1 200 emplois prévus au niveau national seront essentiellement liés au développement des nouveaux sites de production. Ainsi l'emploi supplémentaire francilien dans ce domaine dépendra fortement de l'accueil de nouveaux sites et capacités de production au sein de la région.

**Tab. 53 - Emploi et perspectives d'emplois des biocarburants en Île-de-France**

	Emploi estimation (selon notre fichier)	Évolution estimée pour 2020	Évolution estimée après 2020
Biocarburants	157	0	nd

Source : estimation IAI îdF

### Total ensemble des bioénergies

Au total, en agrégeant ces différentes estimations, il ressort que l'emploi francilien lié à la biomasse énergie serait compris entre 650 et 3 000 environ avec un point médian à 1160 si l'on considère les effectifs des établissements de notre fichier que nous considérons comme spécialistes des ENR<sup>136</sup>. Les perspectives de croissance des différents segments devraient générer de 450 à 1 000 emplois supplémentaires d'ici 2020.

**Tab. 54 - Emploi et perspectives d'emplois des bioénergies en Île-de-France à l'horizon 2020**

	Emploi estimation basse	Emploi estimation à partir du seul fichier (établissements spécialisés dans les ENR)	Emploi estimation haute	Evolution estimée basse 2020	Evolution estimée haute 2020
Chaleur Biomasse	300	168	1 837	90	700
Incinération déchets	132	0	480	0	0
Biogaz	64	514	514	365	365
Biocarburants	157	137	157	0	0
<b>total</b>	<b>653</b>	<b>1 160<sup>136</sup></b>	<b>2 988</b>	<b>455</b>	<b>1065</b>

Source : estimation IAI îdF

<sup>136</sup> Le total par marché (860) est inférieur au total de 1 160 du fait que le premier chiffre n'intègre que les acteurs spécialisés dans chaque marchés considérés alors que le total intègre aussi les acteurs intervenant sur plusieurs marchés de la biomasse énergie.

# Annexe III : Bibliographie

## Première partie

- *Marchés, emplois et enjeu énergétique des activités liées à l'amélioration de l'efficacité énergétique et aux énergies renouvelables : situation 2010-2011 et prévisions 2012*, ADEME, juillet 2012
- *Premiers résultats du recensement agricole 2010*, DRIAAF Île-de-France
- *La valorisation : guide d'information à l'usage des administrations et des établissements publics*, ADEME, 2007
- *Scénario de transition énergétique 2013*, Greenpeace, février 2013
- *Schéma régional du climat de l'air et de l'énergie de l'Île-de-France*, Conseil régional d'Île-de-France 2012
- *Rapport au Parlement, Programmation pluriannuelle des investissements de production d'électricité, période 2009 à 2020*
- *Rapport en application de l'article 50 de la loi de programme du 13 juillet 2005 fixant les orientations de la politique énergétique - Programmation pluriannuelle des investissements de production de chaleur, période 2009-2020*, DGE
- *Marchés, emplois et enjeu énergétique des activités liées à l'amélioration de l'efficacité énergétique et aux énergies renouvelables : situation 2010-2011 et prévisions 2012*, ADEME, novembre 2012
- *La politique d'aide aux agro-carburants*, rapport public thématique, Cour des comptes, janvier 2012
- *Cartographie des compétences CNRS et CPU domaine des bioénergies : conversion Thermochimiques et catalytiques*, J. Lede, CNRS, mai 2010
- *Enquête forces CNRS/CPU : GP1 énergies issues de la biomasse, sous-groupe Conversion biologique*, C. Molina-Jouve, CNRS, 2010
- *Enquête forces CNRS/CPU : GP1 énergies issues de la biomasse, sous-groupe microalgues*, J. Legrand, CNRS 2010
- *Le financement public de l'innovation dans les filières vertes*, COSEI, 2011
- *Programmes Bioénergies Bio-E, bilan et perspectives scientifiques*, ANR, 2013

## 2<sup>e</sup> Partie

### Chapitre chaleur biomasse – Combustion biomasse bois

- *Étude prospective sur la seconde génération de agro-carburants*, Alba Departe, Direction générale du Trésor, 2010.
- *Biomasse forestière disponible pour de nouveaux débouchés industriels et énergétiques*, Vallet et al., 2007, Ginistry et al., 2007, CEMAGREF, 2007.
- « *Rapport sur la valorisation de la forêt française* », CESE, octobre 2012.
- Indiggo, *Étude préalable à l'élaboration du volet combustion de la Biomasse en filière collective du Schéma Régional Climat Air Energie* », (SRCAE) d'Île-de-France, juillet 2012.
- *Étude sur le chauffage domestique au bois : marchés et approvisionnement*, ADEME, juin 2013.
- *Soutenir la compétitivité des filières françaises de production d'énergie renouvelable*, COSEI, septembre 2011
- *Suivi 2011 du marché d'appareils domestiques de chauffage au bois en France*, Observ'ER, juin 2012.
- *Bilan énergétique de la France*, SOes 2011.
- *Enquête nationale logement*, IAU îdF, INSEE, 2006
- *Prospective sur le marché actuel des nouveaux produits issus du bois et des évolutions à échéance 2020*, PIPAME (Pôle Interministériel de Prospective et d'Anticipation des Mutations Économiques), février 2012
- *Marchés, emplois et enjeu énergétique des activités liées à l'amélioration de l'efficacité énergétique et aux énergies renouvelables : situation 2010-2011 et prévisions 2012*, ADEME, juillet 2012
- *Évaluation des emplois dans la filière biocombustibles*, ADEME/ALGOE et Blézat Consulting, 2007
- *La filière bois en Île-de-France : un fonctionnement qui dépasse les limites régionales*, INSEE/driaf Île-de-France
- *La filière bois énergie état des lieux*, Carol Buscarlet, CSTB, 2007
- *Annuaire des acteurs industriels français du chauffage au bois domestique*, SER FBE, 2013
- *Annuaire de la filière française du bois énergie et biocombustibles solides, secteurs collectif, tertiaire et industriel*, SER FBE, 2013-2014

### Chapitre chaleur biomasse – Incinération déchets

- *Baromètre des déchets municipaux solides renouvelables*, Eurobserv'ER, décembre 2012
- « *Traitement des ordures ménagères : quels choix après le Grenelle ?* », Rapport d'information n° 571 (2009-2010) de M. Daniel SOULAGE, fait au nom de la Mission Commune d'Information sur les déchets, déposé le 22 juin 2010

### Chapitre Biogaz

- *Annuaire des acteurs du biogaz*, Club biogaz-ATEE, 2013
- *Enquête ITOM*, ADEME, 2010
- *Tableau de bord des déchets franciliens 2013*, ORDIF
- *Confederation of European waste to energy plants*, (CEWEP)
- *Feuille de route stratégique «collecte, tri, recyclage et valorisation des déchets»*, ADEME, mai 2011.
- *Bilan national des projets biogaz au 1<sup>er</sup> juillet 2013, état des lieux des projets biogaz par cogénération bénéficiant d'un récipissé d'identification ADEME*, ADEME, juillet 2013
- *Valorisation agronomique des digestats*, La progression de la valeur des digestats suit celle des engrais chimiques, FIBL (Institut de Recherche Suisse sur l'agriculture Biologique), novembre 2011
- *Mission d'audit pour le projet de centre de traitement multifilière à Romainville et Bobigny, « Lot n°2 : Analyse environnementale de la fraction fermentescible issue d'un procédé de Tri Mécano-Biologique au regard de la production de compost et de biogaz valorisables »*, BOAMP, octobre 2012
- *Baromètre biogaz*, Eurobserv'ER, décembre 2012
- *Bilan énergétique de la France pour 2010*, SOes, 2011
- *Stratégie de développement de la méthanisation en Île-de-France*, Conseil régional d'Île-de-France, rapport CR 16-14, février 2014
- *Emplois dans la filière biogaz de 2005 à 2020*, Club biogaz-ATEE, février 2011
- *État des lieux de la filière méthanisation en France*, Club biogaz-ATEE, septembre 2011
- *Méthanisation agricole et utilisation de cultures énergétiques en co-digestion, Avantages/inconvénients et optimisation*, Oreade-Brèche et APESA pour l'ADEME, décembre 2009
- *Le développement de la méthanisation en Île-de-France*, SOLAGRO pour le conseil régional d'Île-de-France, juin 2013
- « *Rapport d'information de M. Daniel SOULAGE, fait au nom de la Mission Commune d'Information sur les Déchets* », n° 571, 2009-2010, Sénat, 22 juin 2010
- *Atlas des installations de traitement des déchets 2012*, ORDIF, 2012
- *Gestion des déchets ménagers et assimilés en Île-de-France en 2011*, ORDIF, mai 2013
- « *l'Environnement et la Santé* » *Note rapide n°318*, IAU îdF, février 2003

### Chapitre biocarburants

- *Biocarburants : Une contribution au débat sur les énergies renouvelables*
- *Les cultures énergétiques en Île-de-France en 2007*, n° 91, AGRESTE Île-de-France, avril 2008
- *Avis d'appel à candidatures DGPAAT- 2012-085 Agréments d'unités de production de biocarburants pour des quantités à mettre à la consommation sur le territoire français et donnant lieu à exonération partielle de la taxe intérieure de consommation applicable en France*, Ministère de l'Agriculture de l'Agroalimentaire et de la Forêt, 2012
- *Quelles perspectives pour les biocarburants ? l'analyse d'IFP EN*, dossier de presse IFP EN, 11 juin 2013
- « *L'industrie des énergies décarbonnées 2010* » *Direction Générale de l'Énergie et du Climat*, 2011.
- « *Quelles ressources en biomasse pour un système énergétique durable ?* », IFP-EN, *Panorama 2010*.
- « *Feuille de route agro-carburants avancés* », ADEME, février 2011.
- « *Etude prospective sur la seconde génération de biocarburants* », Alba Departe, *collection les Cahiers de la DG Trésor*, n° 2010-03, septembre 2010.
- « *Les nouvelles mobilités sereines et durables : Concevoir et utiliser des véhicules écologiques* », *rapport de l'Office Parlementaire d'Évaluation des Choix Scientifiques et Technologiques*, 16 janvier 2014.
- « *La politique d'aide aux agro-carburants* », *évaluation d'une politique publique*, *Cour des comptes*, janvier 2012.
- « *Analyses de cycle de vie appliquées aux agro-carburants de première génération consommés en France* », ADEME, février 2010.
- « *Agro-carburants, une nouvelle méthodologie pour une meilleure appréhension des impacts énergie et gaz à effet de serre* », ADEME, *communiqué de presse du 17 juin 2008*.
- « *Rapport d'Évaluation de la stratégie nationale de recherche en matière de nouvelles énergies* » *Christian Bataille et Claude Birraux*, 3 mars 2009.
- « *Les cultures énergétiques en Île-de-France en 2007* » *AGRESTE Île-de-France n°91*, avril 2008.

- « Les Filières Industrielles Stratégiques de l'Économie Verte : Enjeux et perspectives », MEDDE, mai 2013.

### 3<sup>e</sup> Partie

#### Expériences intéressantes et propositions d'action :

- *Cohabitation de projets énergie biomasse à l'échelle d'un territoire : les paroles des acteurs sur le terrain*, réseau rural, 2010.
- *Les nouvelles mobilités sereines et durables : concevoir et utiliser des véhicules écologiques*, rapport de l'Office Parlementaire d'Évaluation des Choix Scientifiques et Technologiques, 16 janvier 2014.
- *Écologie industrielle et territoriale, les collectivités actrices de la transition énergétique et écologique* ETD, GRDF, juin 2013
- *Économie circulaire, écologie industrielle, éléments de réflexion à l'échelle de l'Île-de-France*, Sandrine Gueymard, Christina Lopez, IAU îdF, décembre 2013.

## **Annexe IV : Sélection de sites internet**

### **Organismes publics/institutions**

- Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie MEDDE : [www.developpement-durable.gouv.fr](http://www.developpement-durable.gouv.fr)
- Direction du trésor : [www.tresor.gouv.fr](http://www.tresor.gouv.fr)
- ADEME : [www2.ademe.fr](http://www2.ademe.fr)
- Site ADEME dédié à la biomasse énergie Île-de-France : [www.biomasseenergieidf.org](http://www.biomasseenergieidf.org)
- Le Sénat : [www.senat.fr/rap/r09-571/r09-5712.html](http://www.senat.fr/rap/r09-571/r09-5712.html)
- ARENE IDF : [www.areneidf.org](http://www.areneidf.org)
- ORDIF : [www.ordif.com](http://www.ordif.com)
- Syctom paris : [www.syctom-paris.fr/](http://www.syctom-paris.fr/)
- Direction régionale et interdépartementale de l'alimentation, de l'agriculture et de la forêt (DRIAAF IDF) : <http://draf.ile-de-france.agriculture.gouv.fr/>

### **Associations professionnelles**

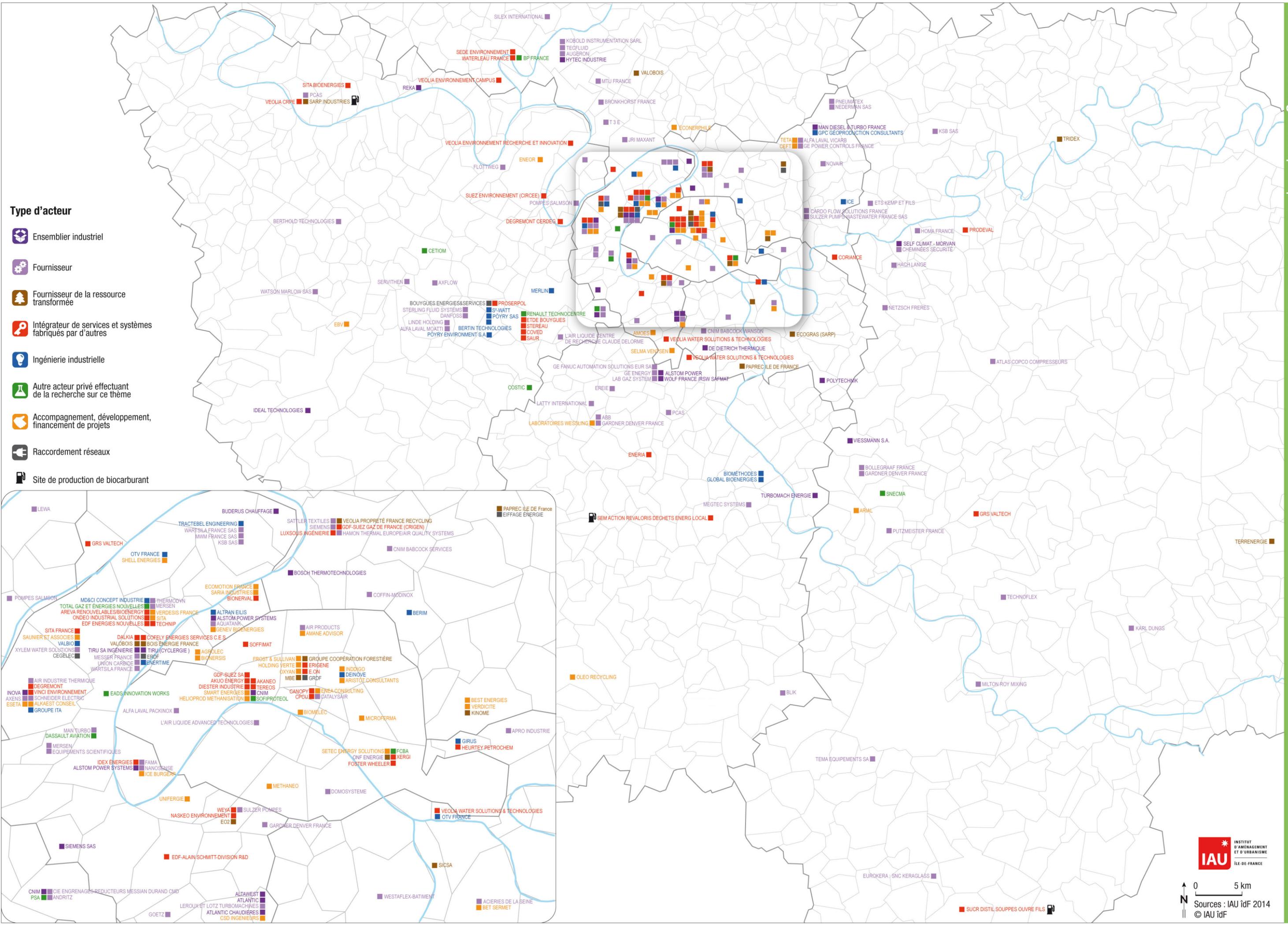
- Syndicat des énergies renouvelables (SER) : <http://www.enr.fr/>
- Comité Interprofessionnel du Bois Energie CIBE : <http://www.cibe.fr/>
- Confederation of European waste to energy plants (CEWEP) exploitants d'UIOM : [www.cewep.eu](http://www.cewep.eu)
- European Suppliers of Waste to Energy Technology (ESWET), constructeurs européens d'unités d'incinération: <http://www.eswet.eu/>
- Club biogaz-ATEE: [www.atee.fr/biogaz](http://www.atee.fr/biogaz)
- Association européenne des producteurs de bioethanol (EPURE) : [www.epure.org](http://www.epure.org)
- Association européenne du biodiesel : European biodiesel board : <http://www.ebb-eu.org/>
- Union Française des industries pétrolières (UFIP): [www.ufip.fr](http://www.ufip.fr)
- Bioéthanol carburant: [www.bioethanolcarburant.com](http://www.bioethanolcarburant.com)

### **Médias spécialisés consultés pour cette étude**

- Actu environnement : [www.actuenvironnement.com](http://www.actuenvironnement.com)
- green univers : <http://www.greenunivers.com/>
- observ'ER (l'observatoire des énergies renouvelables) : <http://www.energies-renouvelables.org>
- Bio énergies promotion : [www.bioenergie-promotion.fr](http://www.bioenergie-promotion.fr)

## **Annexe V : Cartes A3**

- Type d'acteur**
- Ensemblier industriel
  - Fournisseur
  - Fournisseur de la ressource transformée
  - Intégrateur de services et systèmes fabriqués par d'autres
  - Ingénierie industrielle
  - Autre acteur privé effectuant de la recherche sur ce thème
  - Accompagnement, développement, financement de projets
  - Raccordement réseaux
  - Site de production de biocarburant

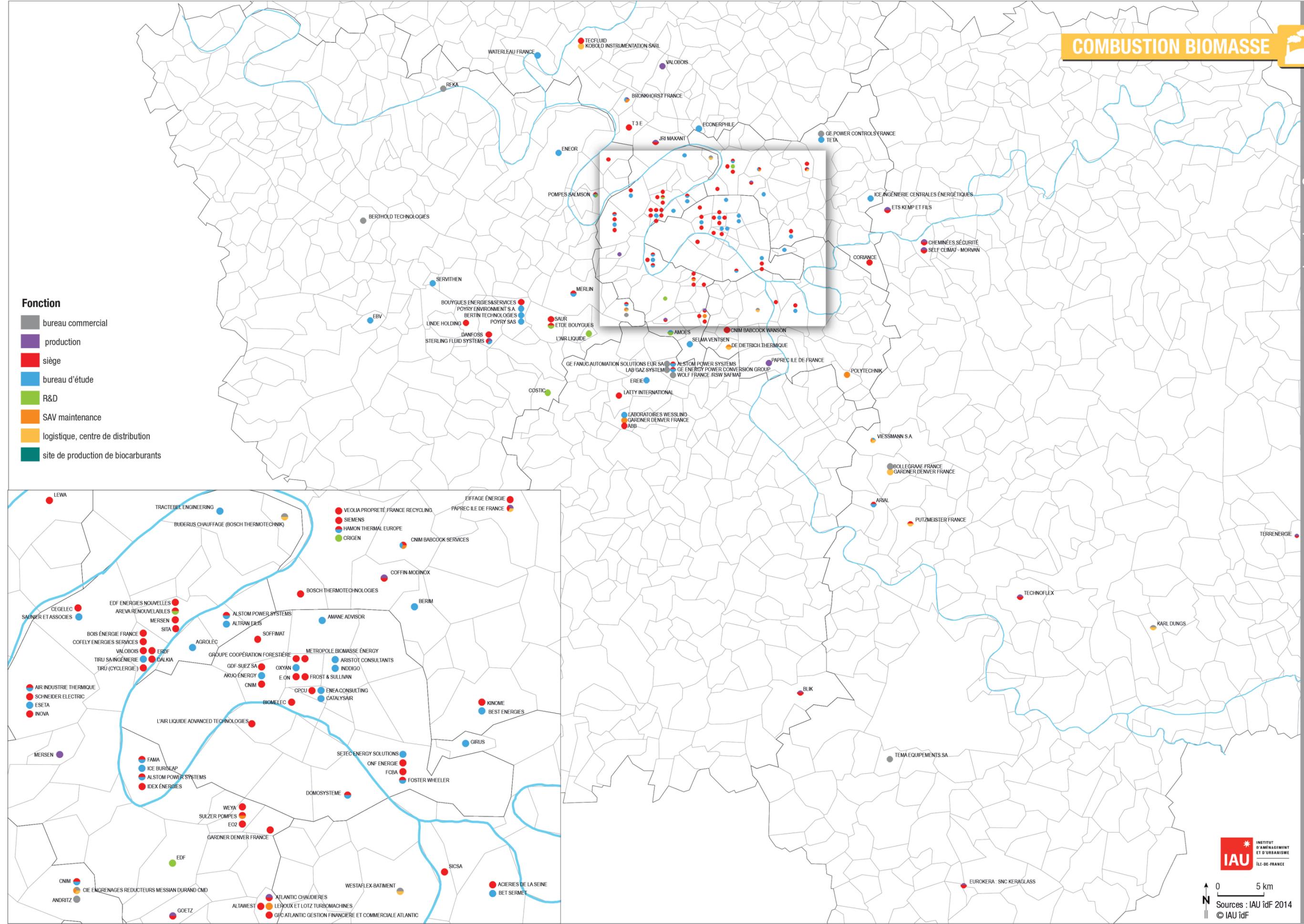


# COMBUSTION BIOMASSE



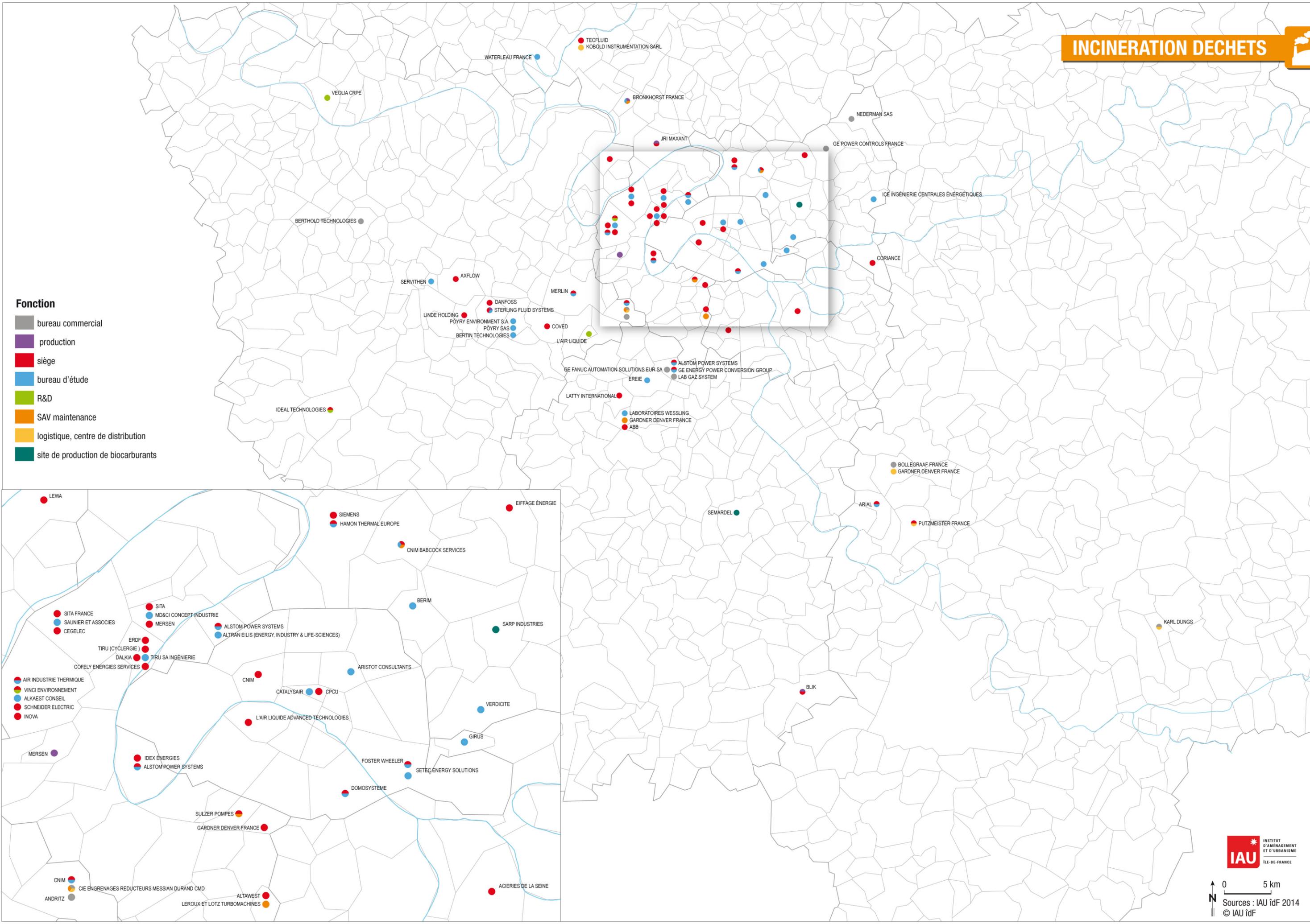
Biomasse Energie : Les principaux acteurs en Ile-de-France

- Fonction**
- bureau commercial
  - production
  - siège
  - bureau d'étude
  - R&D
  - SAV maintenance
  - logistique, centre de distribution
  - site de production de biocarburants



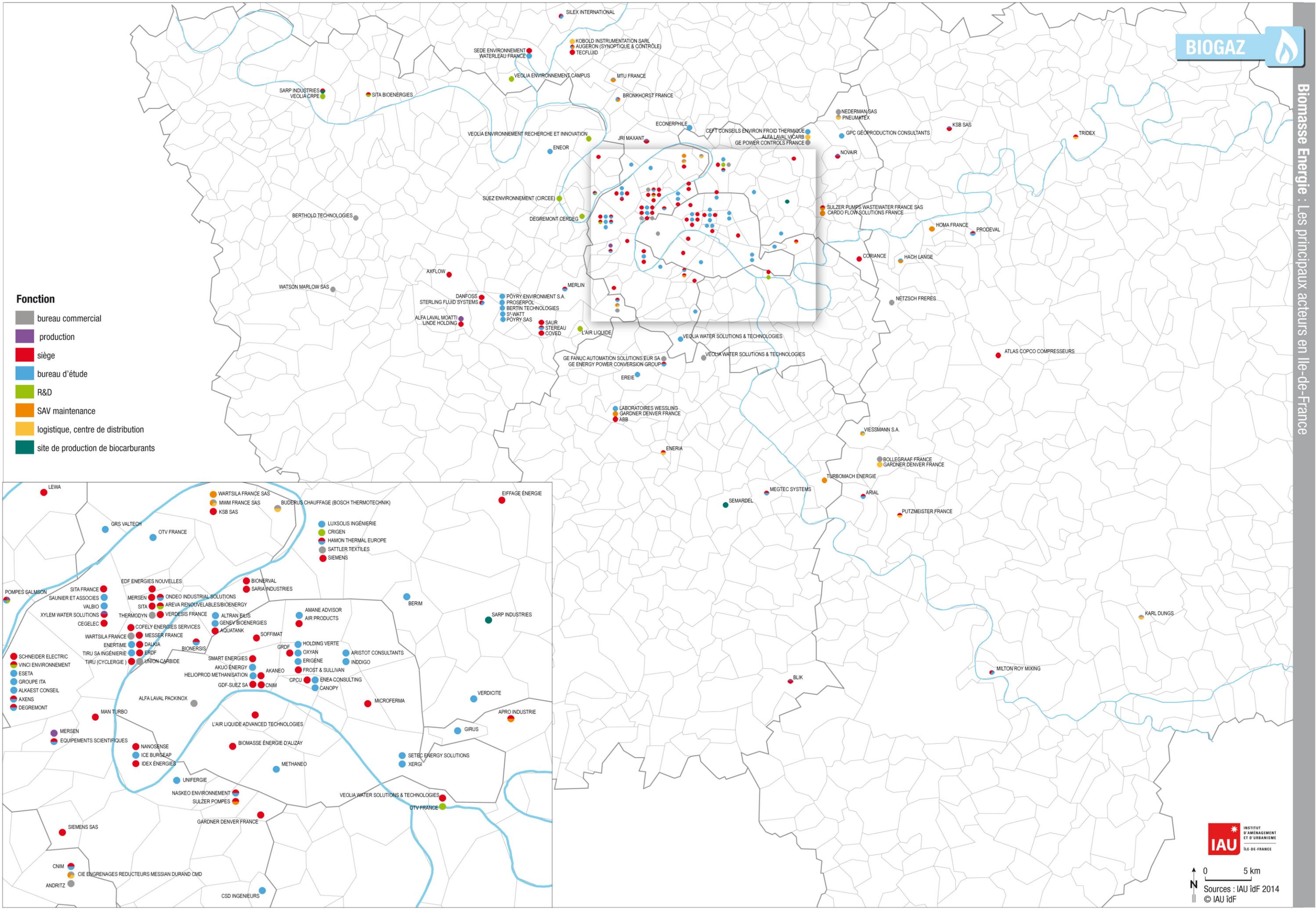


- Fonction**
- bureau commercial
  - production
  - siège
  - bureau d'étude
  - R&D
  - SAV maintenance
  - logistique, centre de distribution
  - site de production de biocarburants



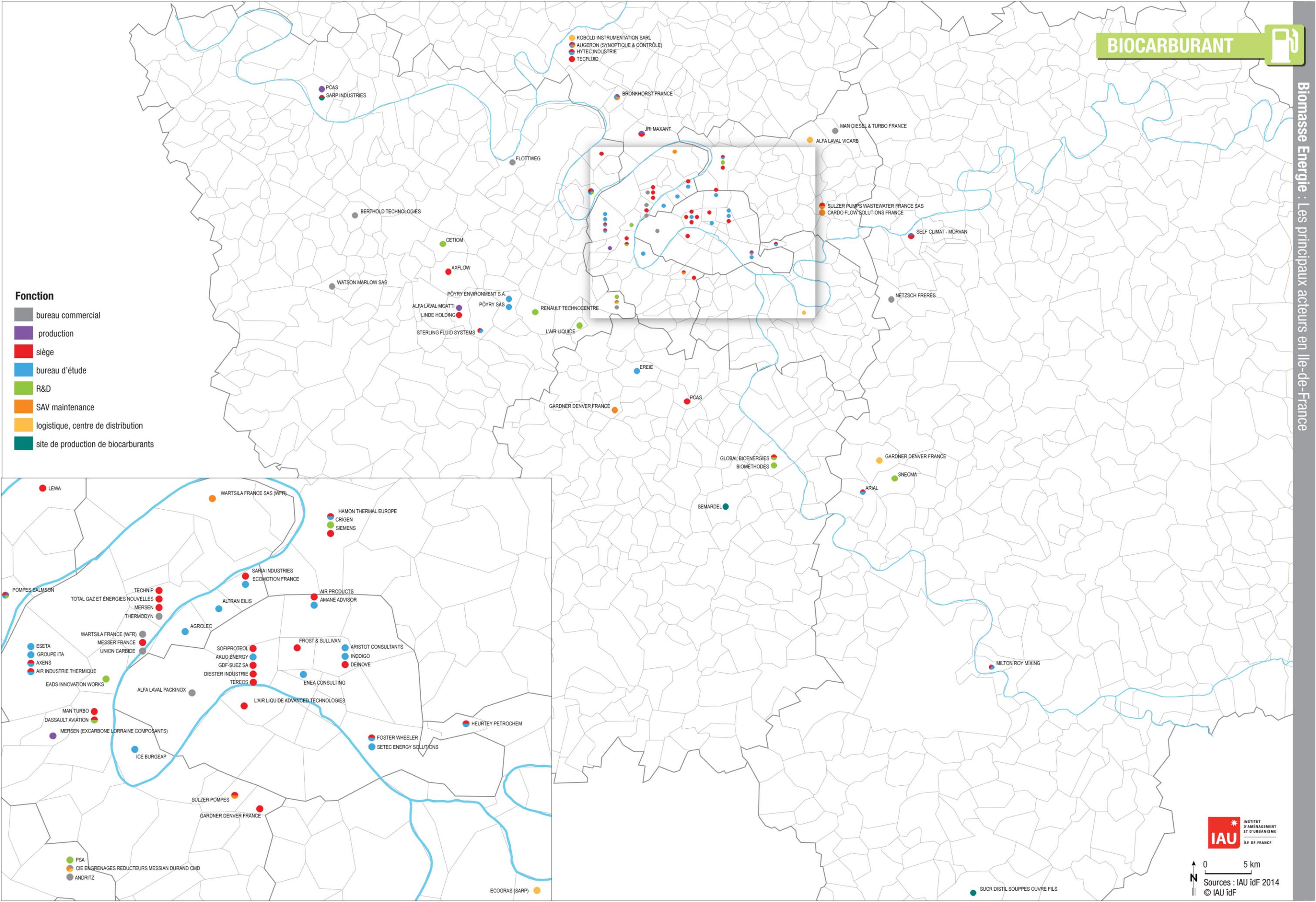
- LEWA
- SIEMENS
- HANON THERMAL EUROPE
- EIFFAGE ENERGIE
- CNIM BABCOCK SERVICES
- BERIM
- SITA FRANCE
- SAUNIER ET ASSOCIES
- CEGELEC
- SITA
- MD&CI CONCEPT INDUSTRIE
- MERSEN
- ALSTOM POWER SYSTEMS
- ALTRAN EILIS (ENERGY, INDUSTRY & LIFE-SCIENCES)
- ERDF
- TIRU (CYCLERGIE)
- DALKIA
- TIRU SA INGENIERIE
- COFELY ENERGIES SERVICES
- CNIM
- CATALYSAIR
- CPCU
- ARISTOT CONSULTANTS
- SARP INDUSTRIES
- L'AIR LIQUIDE ADVANCED TECHNOLOGIES
- VERDICITE
- GIRUS
- IDEX ENERGIES
- ALSTOM POWER SYSTEMS
- FOSTER WHEELER
- SETEC ENERGY SOLUTIONS
- DOMOSYSTEME
- SULZER POMPES
- GARDNER DENVER FRANCE
- MERSEN
- CNIM
- CIE ENGRENAGES REDUCTEURS MESSIAN DURAND CMD
- ALTAWEST
- LEROUX ET LOTZ TURBOMACHINES
- ANDRITZ
- ACIERIES DE LA SEINE

- Fonction**
- bureau commercial
  - production
  - siège
  - bureau d'étude
  - R&D
  - SAV maintenance
  - logistique, centre de distribution
  - site de production de biocarburants





- Fonction**
- bureau commercial
  - production
  - siège
  - bureau d'étude
  - R&D
  - SAV maintenance
  - logistique, centre de distribution
  - site de production de biocarburants



# Équipements produisant de l'énergie à partir d'une ressource biomasse

## Type d'équipement

**19** usines d'incinération des ordures ménagères



**42** chaufferies



**15** unités de méthanisation

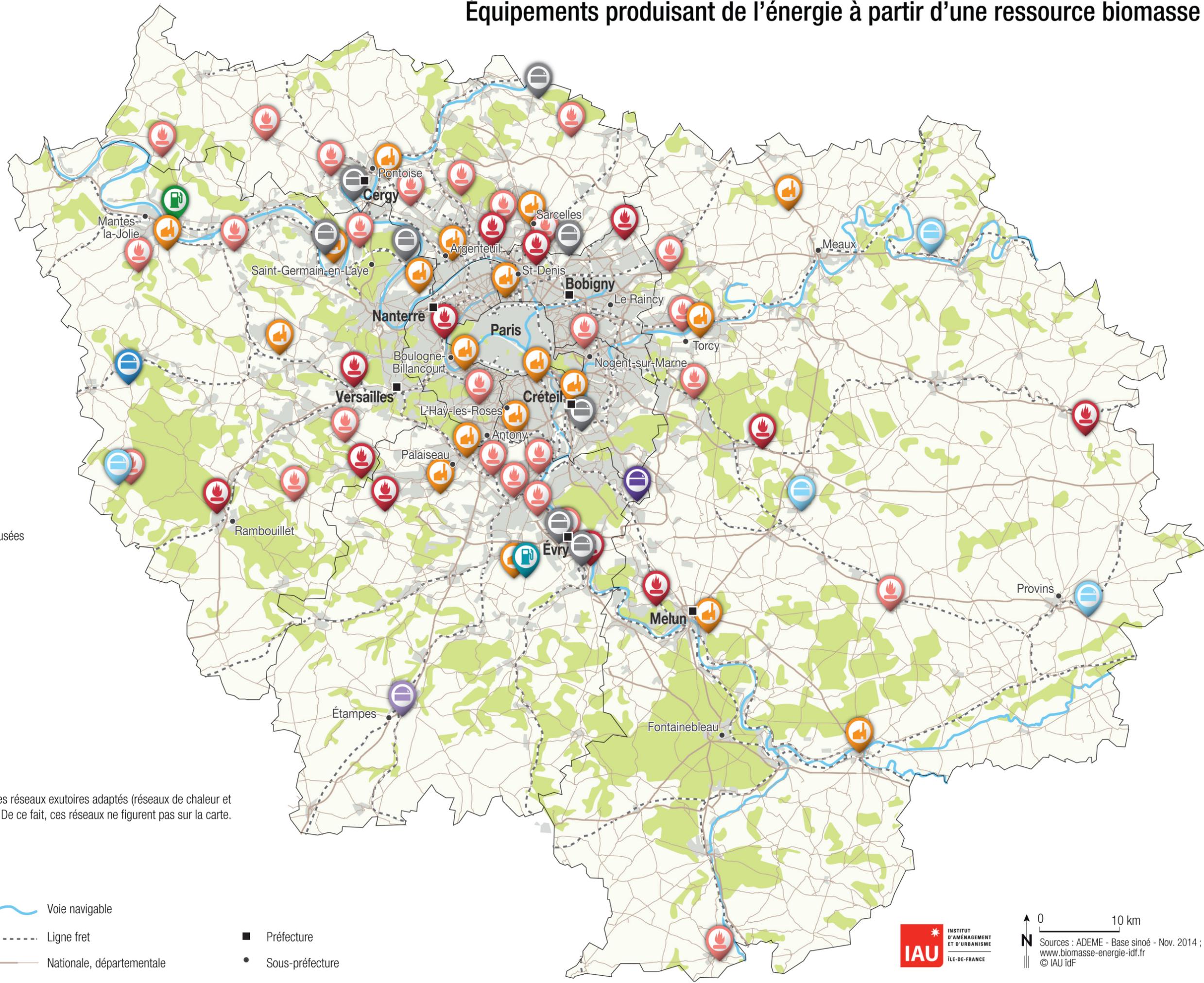
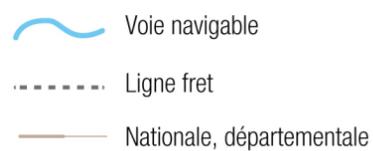


**2** unités de production de biocarburant



Nb : Une mise en relation de ces équipements avec les réseaux exutoires adaptés (réseaux de chaleur et réseaux de gaz) nécessiterait une étude approfondie. De ce fait, ces réseaux ne figurent pas sur la carte.

## Occupation du sol





*L'Institut d'aménagement et d'urbanisme de la région d'Île-de-France est une fondation reconnue d'utilité publique par décret du 2 août 1960, financée par la Région Île-de-France et par l'État.*

15, rue Falguière - 75740 Paris cedex 15 - 33 1 77 49 77 49 - [www.iau-idf.fr](http://www.iau-idf.fr)

6 12 001 - n° d'ISBN 978-27371-1896-8